

المنطق وفلسفة العلوم

تأليف

بول موى

ترجمة
الدكتور فؤاد حسن زكريا

راجعه
الدكتور محمود قاسم

الناشر
مكتبة نهضة مصر
١٨ شارع كامل صدقى بالقاهرة

١٩٦١

المنطق وفلسفة العلوم

بإشراف
إدارة الثقافة العامة
بوزارة التربية والتعليم
الإقليم الجنوبي

تصدر هذه السلسلة بمعاونة المجلس الأعلى لرعاية الفنون والآداب والعلوم الاجتماعية



المنطق وفلسفة العلوم

تأليف

پول موى

ترجمه
الدكتور فؤاد حسن زكريا

راجعه
الدكتور محمود قاسم

الناشر
مكتبة نهضة مصر
١٨ شارع كامل صدقى بالقاهرة

١٩٦١

هذه ترجمة كتاب :

Logique et phlosophie des sciences

تأليف

Paul Mouy.

الفصل الأول

المنطق وعلم النفس

علم النفس هو العلم الوصفى للظواهر النفسية . وهو يفحصها من جهة تضامنها وتنوعها .

فى المنطق انتقاء وتقدير : فهو يتعلق بدراسة العقل وحده — أعنى بدراسة النفس التى تعرف وتتصور . وهو يحكم على اتجاهات العقل وعملياته بناء على فكرتى الصواب والخطأ .

والمذهب النفسى الفلسفى ينكر وجود المنطق بوصفه علماً قائماً بذاته . وهذا المذهب كما يتمثل لدى بروتاجوراس ، ولدى «مونتنى» ، ولدى هيوم ، وفى النزعتين الإنسانية والبرجمانية الحديثتين ، يفسر التفكير البشرى ، والعقل البشرى ، عن طريق الطبيعة البشرية . ولكن من البين أن هذا المذهب النفسى ينتهى إلى الشك ، ويقضى على كل قيمة للحقيقة ؛ بل يقضى فى النهاية على نفسه .

إذن فهناك علم للمنطق . وهو العلم المعيارى للصواب ، مثلما أن علم الجمال والأخلاق هما العلمان المعياريان للجمال والخير . والمقصود بالعلم المعيارى ذلك العلم الذى يبرهن على أحكام تقويمية وينقدها .

١ — علم النفس ، وصف الظواهر العقلية من حيث تضامنها وتنوعها :

إن علم النفس هو دراسة الظواهر الذهنية . وهو يتناولها فى « تيار الشعور » الذى تندمج فيه . وفى ذلك التيار ترتبط هذه الظواهر بعضها ببعض ، بحيث

يكون « السياق » الذى تندمج فيه كل منها هو بمجموع الظواهر الأخرى ، وبحيث يضفى عليها هذا المجموع دلالتها ولونها الخاص : فالإيمان الدينى عند العالم غيره عند الجاهل ، وهو عند الرزين غيره عند المتحمس . وفضلا عن ذلك ، فإن الحالة الشعورية الخاصة ترتبط « بالقصد » الذى يوجه التيار بأسره : فالفكرة الواحدة ، والكلام الواحد ، قد يكون هازلا أو جاداً ، وقد يفيد الاستفهام أو الشك أو التأكيد . وأخيراً ، فإن الحالة الشعورية تتباين فى الشدة ، تبعاً للمستوى الذى تحتله فى ذلك التيار : فتكون مثلا شاردة أو منتبهة .

اختلاف أحوال الحكم والاستدلال : — من الأحكام ما لا يعدو أن يكون استجابة وجدانية : كالتشجيع ، أو السباب ، أو مجرد التعجب . بل إنه قد ينحصر فى مجرد حركة : فالمبارز الذى يدفع بحسامه إلى جزء تركه دفاع خصمه مكشوفاً ، يعمل وفقاً لنوع من الحكم غير ملفوظ به يتحقق عن طريق العضلات . وفى مستوى آخر ، يصبح الحكم تقديراً تعبر عنه كلمات جادة : كالنصيحة أو الأمر أو الحكمة . ومن هذا يتضح لنا أن الحكم فعل ذهنى ، يرتبط بالشخص بأكمله ، ويستطيع الشخص أن يعبر عنه تعبيراً يتفاوت عمقاً ، وذلك تبعاً لاختلاف مقاصده .

والاستدلال تختلف مقاصده : فقد يكون مغالطة تعمل عمداً على خداع من توجه إليه . وقد يكون هدفه هو دعم اعتقاد سابق فى نظر من يحدد صيغة هذا الاستدلال . وقد يكون القصد منه بث اعتقاد معين فى نفوس الآخرين ؛ بل إنه فى هذه الحالة الأخيرة قد يختلف اختلافا بيناً إن كان القصد منه هو « الإقناع » ، عنه إذا كان هدفه هو « الحض » : فالإقناع معناه منع كل

استنتاج مغاير لذلك الذي ينتهي إليه الاستدلال ، بينما يعني الحض توجيه الآخر كلية في اتجاه نعتقد أنه هو أصدق الاتجاهات أو أنفعها .

وبالإجمال، فأهم الخصائص المميزة لعلم النفس هي أنه يكشف عما في الظواهر والأفعال النفسية من تضامن وتباين .

٢ — وجهة النظر المنطقية انتقائية وتقديرية :

أما المنطق ، فإنه ينظر إلى المحتوى النفسي نظرة انتقائية وتقديرية . أما أنه ينظر إلى ذلك المحتوى نظرة انتقائية ، فذلك لأنه لا يستبقي من الفعل الذهني إلا ما يسمو منه إلى أعلى مستويات العقل ، وما كان القصد منه بلوغ الحقيقة . وهكذا كان المنطق لا يتخذ له موضوعا إلا من الأحكام الجادة الواعية ، التي تهدف إلى مطابقة الواقع . والاستدلال ينبغي أن يخلو من كل نية للخداع ، وألا يكون له هدف سوى الإقناع : فالحض ذاته عملية لا تخلو من الشوائب ، إذ تهدف ، كما يقول پاسكال ، إلى « الاستبداد » بشخص الآخرين .

وأما أنه ينظر إليه نظرة تقديرية ، فذلك لأنه يضفي على الفعل الذهني « قدراً » أو « قيمة » كما يقولون . وبينما يكتفي علم النفس بالوصف والربط ، فإن المنطق يقوّم ، ويميز الحكم أو الاستدلال الصحيح أو الصائب من الباطل أو المخطىء .

٣ — تجربة الخطأ هي أصل المنطق :

في مبدأ الحياة النفسية يكون الحكم تلقائياً على غرار الحياة نفسها . فمعنى الحياة أن يؤكد المرء وجوده ؛ إذ هي أن يقوم باستجابة تحفظ له كيانه وتنميه . وكل استجابة تعادل الحكم : فمد الذراع بجوشيء ، يعني تأكيد حقيقة

ذلك الشيء ، والجزم بشيء عن خصائصه ، وعن شكله وبعده . ومن جهة أخرى يقحم المجتمع نفسه فى الوجود الذهنى للفرد : فهو إذ يلقن الفرد اللغة ، « والخلال الطيبة » ، والعادات المستحبة ، والدين ، والفنون العملية ، يملى عليه أحكاما تامة التكوين ، ليس على الفرد إلا أن يرددها ، ثم يتفهمها رويداً رويدا ، ويحيلها إلى أحكام صادرة عنه . وهكذا يكون للفرد عالم ذهنى كامل هو الانعكاس النفسى لحياته الحيوانية ولحياته الاجتماعية ، وهو يرتضى هذا العالم فى البداية دون اعتراض .

لكنه يصادف دون ذلك عقبات . فالطبيعة تتبدى له أكثر تعقيداً وغموضاً مما ظنه فى البداية ، والإنسان يخدعه ، واللغة تحيره ، وهو يصطدم بأشياء متناقضة وأشخاص يناقضونه ، ويفطن إلى أنه قد « خُدع » . فتجربة الخطأ تجربة خصبة ، بمعنى أنها تؤدى به إلى التساؤل عن سببها ، والبحث عن الطرق التى تمكنه من أن يتجنب فى المستقبل ما تجلبه عليه مواجهتها من أضرار . وإذا أدرك أنه قد أساء الحكم ، انتهى إلى أن يتساءل : كيف يحكم ؟ وعندئذ ، يبدأ المنطق .

ومن المشاهد ، فى تاريخ الإنسانية الغربية ، أن المنطق كان يظهر فى اللحظة التى يكون الفلاسفة فيها قد ملوا تلك المذاهب التى يواجه كل منها الآخر ويناقضه مثلما يتقابل ، بصفة رمزية ، وجه هرقليطس الباكى ووجه ديمقريطس الضاحك — وملوا كذلك تلك الألاعيب الخفية التى يلجأ إليها السفسطائيون فى لغتهم ، فيشرعون فى دراسة العقل ، ليعلموا كيف يحسن المرء التفكير .

٤ — العقل ، وهو الوظيفة المثالية للحقيقة:

يقول الفيلسوف اليوناني أنكساجوراس [1]: « في البدء كان كل شيء مختلطا ، ثم أتى العقل Voûs فميز كل الأشياء ليعيد تنظيمها . ونحن لا ننكر أن مذهب هذا الفيلسوف اليوناني كان يشوبه شيء من الروح الأسطورية ؛ غير أن هذه العبارة تتضمن وصفاً بارعاً للعمل الذي يباشره العقل على نفسه ، بغية القضاء على الاضطراب العقلي ، والتخلص من الخطأ الذي هو خلط في حقيقته . ولذا لما نقل إلينا أرسطو هذه الفكرة التي كشفها أنكساجوراس ، أضاف إليها هذا المديح الرائع للفيلسوف : « لقد كان يبدو ، وسط السابقين عليه ، كرجل صائم وسط أناس سكارى يتحدثون كيفما اتفق » .

وهكذا عرف أنكساجوراس « النوس Voûs » وأطلق عليه اسم العقل . فعلى أي شيء يطلق هذا الاسم ؟ إن العقل ليس ، على وجه الدقة ، وظيفة نفسية كسائر الوظائف ، أعني وظيفة تفي بمقتضيات مرحلة محددة من مراحل النشاط العصبي : فهو ، على وجه الدقة ، ليس قبولا سلبياً ولا استجابة . وهو إلا يشبه الإحساس أو الانفعال من جهة ، ولا الرغبة من جهة أخرى ؛ ذلك لأنه يسمو على مرتبة الإحساس ، ويجعل منه مجرد علامة تدل على الواقع . وهو يتحرر من الانفعال المشوب ، الذي يثيره البدن ، والذي يعكر صفو الحكم الواضح ، ومن الرغبة التي لا تستهدف بلوغ الحقيقة .

فالعقل هو كشف الذات للحقيقة . وهو الذات نفسها ، بالقدر الذي

---

(١) انكساجوراس هو أيوني من كلازومين Clazomène ، كان يقوم بالتدريس في أثينا ، في القرن الخامس ق . م . ، وكان من بين تلاميذه بيريكليس وسقراط .

تعلو به على أفعالها الذهنية التلقائية ، وتحاول الوصول إلى الحقيقة ، رغم ما يعترضها من عقبات خارجية وداخلية . وهو يفترض الانتباه ، وتوقف الفعل التلقائي ، والتركيز الباطن . وهو يفترض التطهير والتحرر من المنافع ومن الميول والأهواء . وأخيراً ، يفترض منهجاً في المعرفة يتسامى بالذات على نفسها ، ويمكنها من الوصول إلى الحقيقة .

٥ — أنا أفكر ، إذن أنا موجود :

كلنا نعلم أن هذه العبارة تلخص الكشف العظيم الذى توصل إليه « ديكارت » [1] . وعلينا ألا ننظر إلى هذه الجملة على أنها استدلال ؛ بل على أنها فعل شعورى رفيع ، دعانا « ديكارت » به إلى إدراك حقيقة جوهرنا بحسب الواقع ، أى إدراك أننا عقول . فقد يتوهم المرء أنه يوجد على نحو ما توجد الأجسام ، أعنى أنه لا يعدو أن يكون شيئاً يشغل حيزاً فى المكان ، أو يظن أنه يوجد على نحو ما توجد الحيوانات ، أعنى أنه يمثل الغذاء ، ويكتسب مكانه تحت الشمس عن طريق نشاطه . غير أن هذا كله لا يساوى شيئاً إن لم نشعر به عن وعى ، وإن لم « نعلمه » ، بحيث أنه لا وجود للمرء إذا لم « يعلم » أنه موجود . على أن « عالم » المرء هذا ليس مجرد « إحساسه » بوجوده ؛ بل هو ، كما يقول أنكساجوراس « تنظيم » إحساساته ، أعنى بناء إدراكه الحسى عن طريق نشاط عقلى يعلو على الإدراك الحسى ، وهو بناء المرء لذاته وشخصه عن طريق نشاط ذهنى أسمى من الانفعالات والرغبات

---

(١) ذكرت هذه العبارة لأول مرة فى كتاب « المقال فى المنهج » عام ١٦٣٧ ص ٨٥ لنشرة جيلسون المدرسية فى مكتبة « فران » Vrin

٦ — المنطق ، علم العقل :

فالمنطق هو ذاته دراسة هذا النشاط الذهني . وهو الشعور بهذا الشعور ، فهو ، بمعنى ما ، شعور من الدرجة الثانية . وهنا قد يتساءل المرء : ألن يكون المنطق فى هذه الحالة نوعاً من علم النفس ؟ ونجيب نحن عن هذا السؤال بالنفى . فنذكر القارئ بما قلناه عن المنطق فى الفقرة « paragraphe «٢» من أنه انتقائى ونقديرى . وسوف نرى فيما بعد أن هذا يوجب على المنطق أن يتبع منهجاً مخالفاً كل المخالفة لمنهج علم النفس . ولكن الحقيقة أن المنطق يأتى دوره من بعد علم النفس ، وهو امتداد له ، كما توجد بين المنطق وعلم النفس ارتباطات وثيقة عديدة .

٧ — المذهب النفسى الفلسفى الذى ينكر استقلال المنطق :

ونستطيع أن ندرك مدى وثوق هذه الارتباطات ، إذا أدركنا أن هناك تياراً فلسفياً تقليدياً يؤكد أصحابه أن المنطق لا يوجد مستقلا عن علم النفس .

الطبيعة الإنسانية والعقل الإنسانى : يرى ممثلو هذا التيار الفكرى التقليدى أن العقل الإنسانى ، والذهن الإنسانى ، والنشاط العقلى الذى به يفكر الإنسان ،(Cogitat على حد تعبير ديكارت) هو مجرد نتاج، ومجرد تعبير عن « الطبيعة البشرية » ، أى عن مجموع الوظائف الذهنية الناتجة عن الطبيعة الحيوانية للإنسان ،وعن التأثيرات الاجتماعية التى يخضع لها. فالإنسان، كما يقول علماء الحيوان ، هو مخلوق بشرى عارف Homo sapiens ، أى هو حالة خاصة من حالات « جنس الأنامى « "genre hominien" ،

ونوع من القردة يحيا فى مجتمع ، وينتج ، عن طريق استعداد خاص فى جسمه ، تلك الحقيقة التى يطلق عليها فى اللغة اللاتينية اسم sapientia ، أى الشعور ، والعلم ، وذلك الجو أو العالم المنيع من الأفكار والنظم التى تضيف طبيعة مصطنعة إلى الطبيعة الأصيلة .

فالمذهب النفسى الفلسفى ينحصر فى رفض التفرقة بين العارف sapiens وبين المخلوق البشرى homo . وأقدم ممثلى هذا الاتجاه هم بعض سفسطائى اليونان ، فبروتاجوراس ، من الأبديرى (حوالى ٤٤٠ ق . م) ، يقول « إن الإنسان مقياس كل الأشياء » ، وهذا معناه أنه ليس ثمة حقيقة مستقلة عن الإنسان وعن طبيعته وميوله ، ومن ثم فالعالم الذى يشيده الإنسان فى العلم ، ليس إلا انعكاساً للطبيعة البشرية .

مونتنى Montaigne : وليس من هدفنا أن نقص تاريخ المذهب النفسى الفلسفى كاملا متصلا ، لكن علينا مع ذلك أن ننبه إلى أن « مونتنى » ينتمى إلى هذا النمط الفكرى نفسه . فعندما أراد مونتنى ، فى الفصل المشهور من الرسائل Essais المسمى «دفاع عن ريمون سيبو» «Raymond Sebond»[1] أن « يدخل الإنسان ويضمه » إلى السجن ، وأن يقهره ويحصره داخل حاجز الشرطة هذا ، فإنه كان يريد التعبير بذلك عن رفضه أن يعترف للإنسان بفضل يميزه عن الحيوان ، وأن يجعل لعقله نوعا من المكانة الإلهية الخارقة للطبيعة .

ديفد هيوم David Hume : وتعود الفكرة ذاتها إلى الظهور

---

(١) الجزء الثانى . فصل ١٢

فى مدرسة فلسفية هى المدرسة الانجليزية فى القرن الثامن عشر، وهى المدرسة التى نعتقد أن ديفد هيوم خير ممثليها . والرسالة الفلسفية الضخمة التى ألفها هيوم تسمى « رسالة فى الطبيعة البشرية »[1] ، وهى تسمية لها دلالتها ، فهى تعنى أن العقل البشرى لا ينفصل فى نظر المؤلف عن الطبيعة البشرية ؛ بل أن العقل هو ، على نحو ما ، معبر عن الطبيعة وثمرة لها ، وأن الإنسان يفكر بطبيعته كلها ويكشف عنها فى تفكيره ، إن جاز هذا التعبير . وفى ذلك يقول هيوم « من البديهى أن كل العلوم ترتبط بالطبيعة البشرية ارتباطاً يتفاوت وثوقاً ، وأنه مهما بدا أن بعض هذه العلوم تبعد عن هذه الطبيعة فإنها تعود دائماً إليها بطريق أو بآخر » . تلك هى النقطة الأساسية فى المذهب النفسى الفلسفى ، وهى فى اعتقادنا نقطة ضعفه فى الوقت نفسه : « حتى الرياضيات ، والفلسفة الطبيعية (علم الطبيعة) والدين الطبيعى ، تتوقف جميعها إلى حد معين على علم الإنسان ، ما دامت مرتبطة بالمعرفة البشرية ، وما دامت قوى الإنسان وملكاته هى التى تحكم عليها »[2]. ونقول إن هذه هى نقطة ضعف ذلك المذهب — وتلك فكرة سنعود إليها فيما بعد — لأنه

---

(١) ظهر هذا الكتاب فى ١٧٣٩ — ١٧٤٠ .

David Hume : Œuvres philosophiques choisies, traduites de l'anglais par Maxime David (Alean) : T.II. Traité de la nature humaine. De l'entendement p. 3.

(٢) ينبغى أن نحذر الخلط بين F. C. S. Schiller الإنجليزى ، الذى ظهرت مؤلفاته الرئيسية حوالى ١٩٠٠ ، وبين Jean Frédéric Schiller الألمانى (١٧٥٦ — ١٨٠٥) ، صديق جيته ، ومؤلف « مارى استوارت » وغيرها . كما ينبغى عدم الخلط بين النزعة الإنسانية الإنجليزية فى القرن التاسع عشر ، وبين النزعة الإنسانية الأوروبية فى عصر النهضة ؛ إذ لم تكن الأخيرة معاونة للمنطق أو للنزعة المنطقية ؛ بل كانت معادية للاهوت المدرسى المأثور عن العصور الوسطى .

إذا كان العلم والميتافيزيقا يرتبطان بالطبيعة البشرية ارتباطاً وثيقاً ، فإنهما لن يكونا سوى أمور إنسانية ، وإنسانية فحسب ، ولن تكون لهما قيمة شاملة ، أعني لن يكونا « صحيحين » . فمذهب الشك هو النتيجة الطبيعية للمذهب النفسي الفلسفي ، وفيه — فضلا عن ذلك — حتفه ؛ إذ أن علم النفس لن يعود عندئذ «أصح» من الرياضة .

النزعة الإنسانية الإنجليزية : يطلق اسم « النزعة الإنسانية » على مذهب انجليزى حديث ، دعا إليه الأستاذ شيلر F. C. S. Schiller من اكسفورد (والتسمية معقولة إلى حد ما) .

وهو يقول عنها « إن النزعة الإنسانية تفسر ببساطة الفكرة القائلة إن المشكلة الفلسفية تتعلق بالكائنات الإنسانية التى تحاول فهم عالم التجربة الإنسانية مستعينة فى ذلك بإمكانيات العقل الإنسانى » . وبعبارة أخرى ، ينبغى أن نفحص كل المشكلات الفلسفية واضعين نصب أعيننا أنها مشكلات إنسانية ، ومحاولين بوجه خاص أن نحلها مكتفين بما لدى الطبيعة البشرية من وسائل . ويزعم « شيلر » أن الوسائل التى يستخدمها الإنسان للوصول إلى الحقيقة لا يمكن أن تنفصل عن سياقها النفسى ، وعن كل ما تحتويه نفس من يستخدمها . « فالمفهومات المنطقية الأساسية ، مثل معنى الضرورة ، واليقين ، والبداهة ، والحقيقة ، هى فى الأصل أوصاف لعمليات ، وهذه العمليات ظواهر نفسية . فهذه المفهومات ترتبط أوثق الارتباط بحالات عاطفية نفسية خاصة . وهو يقول أيضاً « إن العمليات المنطقية الأساسية ، كعملية التصور أو التمييز ، أو التعرف على هوية الشىء ، أو الحكم ، أو الاستنباط — تنطوى جميعها على مظاهر نفسية — ولا يمكن أن تتم

عن طريق التفكير المجرد وحده »[١]

البرجماتزم عند بيرس ووليم جيمس : وعلينا ، قبل أن نوجه النقد إلى هذا المذهب ، أن نعرض نظرية أنجلو أمريكية عظيمة الشبه بها ، وكان لها دوى كبير فى أواخر القرن التاسع عشر ومستهل القرن العشرين .

لقد صيغت كلمة «البرجماتزم» للمرة الأولى على يد « وليم جيمس» خلال عرض لمذهب بيرس (Ch.S. Peirce) فى سنة ١٨٩٨ - وهو المذهب الذى كان جيمس يؤمن بقضاياه الأساسية . وهو يعرّف البرجماتزم بناء على ما أسماه « مبدأ بيرس » ، وهاك ترجمته[٢] : لنفحص موضوع إحدى أفكارنا ، ولنتصور كل النتائج التى يمكن تخيلها ، والتى ننسبها إلى هذا الشىء ، ويمكن أن يكون لها أهمية عملية ما : ففى رأى أن فكرتنا عن الشىء لا تعدو أن تكون مجموع الأفكار الخاصة بجميع هذه النتائج . وبعبارة أخرى ، ليس التصور العقلى لشىء إلا مجموع الاستعمالات التى نتنبأ بها له ونتوقعها منه .

فالإدراك الحسى لشىء ، مثلا ، هو تهيئة الحركات التى يؤثر بها المرء فيه ، فيمسك به مثلا ، أو ينقله ، أو يكتفى باستطلاعه عن طريق اللمس أو الإبصار . والتذكر هو التهيؤ لإعادة تكوين الحركات التى تتلاءم والشىء المتذكر . والتخيل هو أن يسلك المرء أو يتكلم كما لو كان الشىء ماثلا أمامه .

وفى مستوى أرفع من هذا ، نجد أن المعرفة العملية هى الاستعداد

(١) F.C.S. Schiller : Etudes sur L'humanisme. Traduction Jankélévitch (Alcan), 1909, P. 16,107,109.

(٢) هذه هى ترجمة أبدريه لا لاندفى المعجم الفلسفى "Vocalulairc philoso-dhique"

للانتفاع بالشيء عمليا : فالقوانين العلمية هي إرشادات عملية عظيمة التركيز ؛ أو هي إرشادات يمكن استغلالها عمليـــا . مثال ذلك أن قانون « ماريوت "Mariotte" » يحدد مقدار الضغط الذي يجب أن نباشره لكى نجعل لكتلة من الغاز ذات حجم معين ، تحت ضغط معين ، حجما آخر .

وكذلك الحال تماما فى المذاهب الميتافيزيقية أو الدينية . فالعقيدة الدينية أو المذهب الميتافيزيقي هو فكرة خاصة عن الله ، وعن الأمور الخارقة للطبيعة ، هذه الفكرة توضح ، على نحو ما ، ما يمكننا أن نفعله تجاه هذه الأمور ، أعنى المسلك الذى ينبغى ، أو يمكن ، أن يتخذه المرء بإزائها . ولقد قال وليم جيمس[1] ، بشيء من السذاجة ، إن الله « شيء يستخدمه المرء » ، إذ أن الابتهال إليه ، أو الاكتفاء بحبه أو تبجيله أو خشيته ، كل هذه طرق للسلوك تجاهه ، ومن ثم كانت ، بمعنى ما ، طرقا يلجأ إليها الناس لاستخدامه من أجل تحسين أحوالهم .

الحقيقة تُعرَّف عن طريق المنفعة : فى رأى « البرجمانيين » إذن أن الحقيقى يرد إلى النافع . والحقيقى هو الذى ينطوى على أكبر قدر من إمكانيات الاستخدام . فالإدراك الحسى مثلا يكون صحيحاً إذا مكننا من استخدام الشيء ، ويكون باطلا إذا أدى ، أو أمكن أن يؤدى ، إلى إخفاق فى الانتفاع به ! فمثلا إدراك المجداف منكسراً فى الماء هو إدراك حسى باطل ،

---

(١) يعرض المذهب البرجماتى فى مؤلفات جيمس مترجمة إلى الفرنسية .
"Le pragmatisme" et "Philosophie de L'expériense" (Flammarion)

لأنه يؤدى إلى إخفاق فى اللمس إذا تتبعنا المجداف بيدنا تحت الماء متوقعين أن نراه منحنياً . والملوسة البصرية باطلة لأنها تدعو المرء إلى أن يتوقع أن يمس شيئا لا وجود له حسب الواقع .

وكذلك الحال تماما فى الحقيقة العلمية . ولقد تحدث « هنرى پوانكاريه Henir Poincaré » بطريقة پرجماتية (وقد كان ذلك تهورا منه ، إذ أن حديثه لا يطابق فكرته الحقيقية) حين قال فى مواضع عدة من كتابه الأول « العلم والفرض » إن العلم لا يهدف إلى الحقيقة — بالمعنى الشائع لهذه الكلمة — وإنما إلى اليسر فى العمل » فمثلا « لا يمكن أن تكون إحدى الهندسات أصح من غيرها ؛ بل يمكن فقط أن تكون أكثر يسرا منها . لأنها . . . أبسط . . . ولأنها تتمشى إلى حد معقول مع خصائص الأجسام الصلبة الطبيعية » . الخ » . وبالمثل « كان كيرنك . . . يقول : إنه لأكثر يسرا أن نفترض دوران الأرض ، لأننا نعبر بهذه الطريقة عن قوانين الفلك بلغة أقل تعقيدا » . وبالمثل تكون الفروض العامة للعلم — كالنظرية الذرية — « نافعة » ، وعلى هذا النحو يقال إنها صحيحة ، الخ[1] .

هاك إذن ما أراد « پوانكاريه » أن يقول : إن نظريات الهندسة ، ونظريات علم الفلك وعلم الطبيعة ، ليس لها أن تطمح إلى التعبير عن الحقيقة الواقعة ، وعن كنه الأشياء ؛ إذ من الممكن أن تعبر عن ذلك أيضا نظريات أخرى مختلفة عنها كل الاختلاف . وستكون هذه النظريات الأخرى على الدوام متفقة مع التجربة ، ولكن على نحو أقل يسرا ، أى بطريقة أشد تعقيدا ، وأقل إرضاء للعقل .

La Science et L'hypothèse, (Flammarion 1920) P.67,141,193

نزعة رومانتيكية نفعية : وقد كتب مؤرخ معاصر للفلسفة ، هو رينيه برتلو René Berthelot ، تاريخ المذهب البرجماتى ، تحت عنوان : نزعة رومانتيكية نفعية Un romantisme utilitaire [١] ، والحق أن المذهب البرجماتى هو بالفعل نزعة رومانتيكية ، بمعنى أنه يهدف إلى إعادة اعتبار الحساسية ، والعاطفة ، والشعور الجمالى والدينى ، فى مقابل الاتجاه العقلى الجاف فى العلم والمنطق . ذلك لأن المشاعر تعبر عن حاجات ، فتكون المذاهب النظرية والوسائل العملية التى تفى بها « نافعة » بهذا المعنى . فالمذهب الدينى مثلا يكون « نافعا » لأنه يفى بمقتضيات الحاجة إلى الإيمان ، ويرضى أمنية نصبو إليها .

أما عن استخدام الصفة « نفعى » فتتضح صحته إذا سلمنا بأن لدى الإنسان عديداً من الحاجات الأخرى خلاف الحاجة إلى الشرب والأكل وسلامة البدن ، فيجب علينا أن نطلق كلمة « النافع » على كل ما يفى بهذه الحاجات المتباينة إلى حد كبير . ولنذكر أن « رينان » قد عرف الدين مقتبساً كلمة الإنجيل « إن الانسان لا يحيا بالخبز وحده » .

لهذا السبب نرى أن جيمس ، وهو الداعية الأكبر للمذهب البرجماتى ، قد أهدى كتابه فى « المذهب البرجماتى » إلى « ذكرى جون ستوارت مل ، الذى كان أول من أرشدنى إلى اتساع أفق البرجمانية ، والذى أميل إلى الاعتقاد أنه لو كان اليوم بيننا ، لكان على رأس دعاة هذا المذهب » . ومن المعروف عن مل أنه صاحب الأخلاق النفعية . فالبرجمانية إذن مذهب نفعى عام ، قد نقل من المجال الأخلاقى إلى المجال الميتافيزيقى .

(١) فى ثلاثة اجزاء . مكتبة ألكان ١٩٢٢ .

فماذا يكون موقفنا من المذهب النفسى الفلسفى ؟ فى رأينا أنه مذهب مفلس ، وأنه مدفوع إلى إنكار فكرة الحقيقة ، وأنه ينتهى إلى الشك

٨ — المذهب الفلسفى النفسى ، مذهب شك :

سوف ينصب نقدنا أساسا على مسألتين :

١ — الامتداد غير المشروع لفكرة المنفعة ٢ — عكس العلاقة بين الحقيقى والنافع .

نقد المذهب البرجماتى : ١ — كان « جيمس » والبرجماتيون يفخرون « باتساع أفقهم » . ولكن الحق أن هذه الروح الفضفاضة تبلغ حداً يؤدى إلى القضاء على كل معنى لكلمة « النافع » عندما كانوا يعرّفون الحقيقة عن طريق المنفعة . فالنافع فى اللغة المتداولة هو ما يفى بحاجة « حيوية » . غير أن البرجماتيين قد أضفوا على كلمة « الحاجة » معانى بلغت من الكثرة حداً لم تعد معه تدل على شىء ، حتى ولا كلمة « النافع » ذاتها . فهناك حاجات ترمى إلى حفظ الحياة والعمل على استمرارها . ولكن من الممكن أن نطلق اسم « الحاجة » على ما يعبر عن أكثر الميول الوجدانية تنوعا : فالمرء فى حاجة إلى أن يكون محترما ، محبوبا ، كما أنه فى حاجة إلى أن يحب ، وإلى أن يرى من يحبهم سعداء ، والغيورون والحقودون فى حاجة إلى أن يروا الآخرين تعساء وأقل سعادة منهم ؛ والمرء فى حاجة إلى الإيمان بوجود الله وخلود النفس وهلم جرا . . . وينبغى أن نضيف إلى الحاجات العاطفية الحاجات العقلية : كالحاجة إلى المعرفة وإلى الفهم ، أو بمعنى أدق ، إلى التعبير عن الظواهر مجتمعة بصيغة بسيطة . ولا شك أن « پوانكاريه » إنما كان

يشير إلى ضرورة بساطة الصيغة العقلية عندما كان يتحدث عن « اليسر » باعتبار أنه خليفة الحقيقة أو بديل عنها .

إن « حاجات » الإنسان « والمنافع » التى تناظرها تبلغ من التنوع حداً يجعل كل تعريف للحقيقة بالمنفعة ينتهى آخر الأمر إلى ألا يوضح من طبيعتها أى شىء .

لقد آمن كبرنك بحركة الأرض لأنه من الأكثر يسراً أن نفترض أن الأرض تتحرك . ولكن إذا لم يعرّف معنى كلمة اليسر على نحو أدق ، فهلا يسوغ للمرء أن يقول بمعنى آخر إنه كان « أكثر يسراً له » أن يعترف بأنها لا تتحرك، تجنباً لكل عناء ؟

٢ — لا جدال فى أن الحقيقى نافع على نحو ما . ولكن هذا لا يستتبع القول بأن المنفعة هى أساس لتعريف الحقيقة . فالحقيقى نافع لأنه حقيقى ، قبل أى اعتبار للمنفعة . ولقد قال تشسترتن Chesterton مايشبه الكلمات الآتية تقريباً : إن المذهب البرجماتى يعرف الحقيقة بأنها ما يفى بالحاجة . غير أن أول ما نحتاج إليه عندما نبحث عن الحقيقة هو ألا نكون برجماتيين » . وكان يعنى بذلك أن القاعدة الأساسية التى نضعها عندما نشغل أنفسنا بالكشف عن الحقيقة ، هى أن نصرف النظر عن كل اعتبار للمنفعة . ولو تطرق الشك إلى نفوسنا ، وآمنا بشىء لأننا فى حاجة إلى هذا الإيمان ، لفقد الإيمان إذن كل قيمة له . ومرة ثانية نقول — بعبارة أخرى — إن الحقيقى نافع لأنه حقيقى ، وليس حقيقياً لأنه نافع .

ولنتصور الحالة العقلية لمريض يقول لطبيبه « لا تقل لى سوى ما أحتاج إلى تصديقه » . ألن يكون قوله هذا توسلا إليه أن يكذب ؟

وهكذا ينتهى الأمر بالمذهب البرجماتى إلى أن يكون « نظرية الأكذوبة الحيوية ، التى تقوم على أساس من نزعة الشك » .

نقد النزعة الإنسانية : تزهو النزعة الإنسانية بأنها تأتى بسيكولوجية للعقل . غير أن هذه السيكولوجية باطلة . حقاً إنها تجيد وصف « العمليات » التى نكوّن بها أحكامنا ، وتقول بحق إن الأحكام لا يمكن فصلها عن السياق العقلى وعن الجو الداخلى ، وعن المقاصد التى توجهها . ولكن عندما يحكم المرء بحق ، ألا يكون ثمة قصد يسيطر على كل شىء ،ويوجه النفس بأسرها ، وأعنى به قصد إجادة الحكم ، والتفكير طبقاً للحقيقة ؟ هذا القصد هو الذى تتجاهله النزعة الإنسانية ، لأنها تخلط بينه وبين قصد آخر أيا كان ، كقصد اللهو أو الكذب ، أو الإيذاء .

إن سيكولوجية العقل تدرس قصداً واحداً بالذات ، وهو « قصد الموضوعية» . فإن أبى مذهب أن يميز هذا القصد عن كل ما عداه ، كان معنى ذلك أنه يأبى أن يضفى على الحقيقة قيمة فريدة كبرى ، وعندئذ فلا وجود للحقيقة ولا وجود لشىء ما ؛ بل لا وجود لعلم النفس ، ما دام علم النفس الصحيح لا ينطوى عندئذ على شىء أكثر مما ينطوى عليه علم النفس الباطل .

بروتاجوراس : ومن الطبيعى أن نقع فى هذه الحالة مرة أخرى فيما وقع فيه بروتاجوراس حين قال « إن الإنسان مقياس الأشياء جميعها » . ولذا كتب شيلر يقول «ينبغى لنا أن نعود مرة أخرى إلى ما فعله بروتاجوراس، فنتخذ الأحكام الفردية لأشخاص مفردين نقطة بدء لنا . » [1] لكن ليس

(١) المرجع المذكور من قبل ، ص ٨٩ .

لنا أن ننسى أن « بروتاجوراس » هو أحد زعماء ومؤسسى تلك النزعة السفسطائية التى حاولت ، فى عصر أفلاطون ، أن تخلط الحق بالباطل لكى تتصيد فى الماء العكر ما هو زائف ونافع ، وتشييد صرح الخطابة على أنقاض الفلسفة

ولقد لاحظ أفلاطون فى « تيتاتوس » (Théétete) [٢] أننا إذا سلمنا بمبدأ « بروتاجوراس » ، لكان معنى ذلك التسليم بأن حجج المجنون تعادل حجج العاقل فى صدقها ، وأن أحط الحيوانات شأناً له رأى عن الكون لا يقل حصافة عن رأى الإنسان الحكيم .

الذاتية والداخلية : كل مظاهر الخلط هذه ترجع إلى خطأ أساسى ، ينحصر فى الخلط بين الذاتية والداخلية . فالحكم حقيقة داخلية ، وهو نتاج للنشاط المستقل للكائن المفكر . وحين نقول « المستقل » ، فنحن لا نعنى بهذه الكلمة حقيقة لا ترتبط بشىء ، بل نعنى حقيقة لها قوانينها الخاصة . فقوانين الفكر لا تمليها المادة عليه ، وإلا لما كان الفكر سوى تعبير عن البدن ، كما لا تمليها عليه الجماعة ، إذ أن تفكير المرء على النحو الذى يفكر به الجميع لا يوصل إلى الحقيقة . ومع ذلك ، فالفكر يخضع لقوانين ، وسوف نرى كنه هذه القوانين فيما بعد .

غير أن الحكم إذا كان داخلياً فليس معنى ذلك أنه يصبح ذاتيا لهذا السبب . فالذاتية هى الارتباط الوثيق للحكم بفردية الذات ، و « بالأنا » . حقاً

---

(١) المرجع المذكور من قبل . ص ٨٩ .

(٢) ١٥٧ (هـ) — ١٦٢ (١) .

إن الذات تقول : أنا أفكر ، ولكن هل المقصود هنا هو فرديتها ، وأناها ؟ لقد لاحظ بعضهم — بحق — أن ديكارت عندما قال « أنا أفكر إذن أنا موجود Cogito, ergo sum » لم يكن يعنى « إذن فأنا موجود بوصفى ديكارت ergo sum Cartesius — إذ لو كان الأمر كذلك ، لأمكنه أن يستخلص من هذا الاستدلال ذاته الصفات : رجل ..... الخ بل لأمكنه أن يستخلص منه : مولود فى ١٥٩٦ فى لاهاى بمقاطعة التورين.....الخ ، وربما استخلص منه : مصيره أن يموت فى استكهلم . غير أن هذا كله محال . فما كان فى وسعه أن يستخلص منه إلا : أنا شىء مفكر « sum res cogitans » فلا يتبقى من الذاتية فى الشعور العقلى شىء .

وإذن ، فالحكم قد يكون فعلا داخليا دون أن يكون فعلا ذاتيا :

٩ — المنطق ، وقد رد إليه اعتباره ضد المذهب النفسى الفلسفى :

إذن ، فعلى الرغم مما يعتقده دعاة المذهب النفسى الفلسفى ، يوجد علم خاص بحقيقة عمليات العقل — وهذا العلم هو المنطق . وقد بدأ الناس يميزونه من علم النفس الذى هو علم الأفعال العقلية ، أيا كانت ، منظوراً إليها من حيث واقعيتها (أعنى من حيث أنها توجد بالفعل) لا من حيث قيمتها (أى من حيث أن لها قيمة) .

حجج الرياضة : تضرب لنا الأحكام الرياضية مثلا رائعا . فلنتأمل حكما غاية فى البساطة ، مثل ٢ + ٢ تساوى ٤ . فإذا نحن تأملناه من وجهة النظر النفسية وجدنا فيه جوا فرديا كاملا : فربما كان صادراً عن فعل جرت به العادة ، أو عن تذكر ، يسترجع فيه المرء ذكرى كشفه لتلك الحقيقة عندما عد على أصابعه حين كان طفلا ، وما يحيط بهذا الكشف من حنين

وجدانى تبعثه هذه الذكرى التى ترجع إلى الماضى ، أو عودة انفعال مؤلم (غضب المدرس عندئذ نظرا للبطء المفرط فى القيام بعملية هينة كهذه) ثم انفعال السرور الطفيف ، الذى يبعثه الأداء الحالى لفعل عقلى اعتيادى هين يرضى المرء كل الرضا الخ . فإذا انتقينا عملية أصعب من هذه بكثير ، كاستخراج الجذر التربيعى ، أو حساب التكامل ، فإن التحليل النفسانى يكشف لنا بلا شك عن شعور بالجهد ، وبتكرار التعود ، والأخطاء التى صححت ، أو التى تثبط الهمة إذا لم يفلح المرء فى التغلب عليها . الخ ،

ذاك مايقدمه إلينا التحليل النفسانى . غير أن فى الأمر شيئاً آخر : هو حقيقة القضية . فهذه القضية يمكن البرهنة عليها . فما الذى نفعله كى نبرهن عليها ؟ وما البرهنة ؟ وكيف يبرر ذلك النوع من الضمان ، ومن الطمأنينة الظافرة التى يبعثها البرهان ؟ إن لهذه الأسئلة علما خاصاً يجيب عنها .

على أن هذا العلم ليس هو الحساب، إذ أن الحساب يبرهن، ولكنه لا يعبأ بتبيان ماهية البرهنة . كما أنه لا يعبأ بأن يبين السبب فى تأكد المرء من النتيجة عندما يبرهن عليها .

اليقين والانتباه : ذلك لأن المنطق هو ، على نحو آخر ، « علم اليقين » . واليقين حالة نفسية ، ولكن مضمونها يتجاوز نطاق علم النفس . فيقين المرء معناه أنه يشعر بأنه قد وصل إلى الحقيقة ، وإلى الشىء كما يوجد فى ذاته . أى أنه ، كما يقول مالبرانش ، أن يشعر المرء بأنه « يفكر كما يفكر الله » والواقع أن العقل بعملياته الأساسية يتجاوز مجال علم النفس . ولقد أبدى مالبرانش ملاحظة عميقة حين قال عن «الانتباه» إنه « صلاة طبيعية » : وكان

يعنى بذلك أنه مجهود يبذله المرء ليخرج عن ذاته ، وليتجاوز حدود شخصه ، ولكن لا بأن يسمو ، بل على العكس من ذلك ، بأن يتضع ويذل ، وينصرف عن ذاته ، وينتظر العون والحل من مصدر أعلى منه ، كما يفعل عندما يصلى . وبالمثل يمكننا القول بأن اليقين هو الشعور « الطبيعى » بمثول الله [فى النفس] ، أو هو ذلك الشعور بالأزلية الذى حدثنا عنه سبينوزا(١) .

ولكن إذا كان ثمت أفعال للذهن هى من جهة ذاتية ، ومن جهة أخرى تدل على قصد موضوعى ، وهو القصد الذى ينبغى أن يتحقق من حين لآخر (وإن لم يكن فى وسعنا أبدا أن نقول إنه قد تحقق فى حالة معينة) فثمت علم للذهن يتجاوز نطاق علم النفس . هذا العلم ، كما قلت من قبل ، هو المنطق . ولنقل مرة أخرى ، وعلى نحو آخر ، إنه هو الشعور بالفهم .

١٠ — المنطق ، « علم معيارى » للحقيقة :

بينما كان علم النفس ينظر إلى الظواهر النفسية ، كما قلنا ، فى وجودها المحض ، ودون أن يكون له من هدف سوى بيان مدى ترابطها أو تنوعها ، فإن المنطق ينظر إلى العقل باعتبار قيمته . فالتصورات العقلية تسمو فى مرتبتها على الوجود المحض وتمتاز عنه بأن لها « قيمة » .

---

(١) نحن نشعر ونحس أننا أزليون Sentimus experimur que nos aeternos esse ويشرح سبينوزا ذلك بقوله : « إن النفس تحس بالأشياء التى تدركها حين تعقل على نحو لا يقل عن إحساسها بالأشياء التى تعيها ذاكرتها . والحق أن عينى النفس ، اللتين ترى بهما الأشياء وتلاحظها ، هما البراهين بعينها » .

(Ethique . Partie v . prop . 23 . scolie)

والقيمة تطلق ، بصفة عامة ، على الصفة التى تجعل أشياء معينة تستحق التقدير . وحكم القيمة هو الحكم الذى يعترف للأشياء بهذه الصفة . ومن أمثلته ، الحكم الذى يعلن جمال أثر فنى مثلا ، أوالطابع الأخلاقى لفعل ما . ولنلاحظ أن أحكام القيم قد تكون سلبية ، فتنفى عن الشىء القيمة التى كان ينبغى أن تكون له ، والتى كان المرء يتوقع أن يجدها فيه .

العلوم المعيارية : الأخلاق وعلم الجمال والمنطق : والقيم تنتمى إلى ثلاثة أنواع رئيسية : قيم الأخلاق ، والجمال ، والحقيقة ، وهى التى ترتبط بمعان ثلاثة هى : الخير والجمال والحق . وهذه المعانى الثلاثة موضوعات لثلاثة علوم يطلق عليها اسم «العلوم المعيارية» ، وذلك من أجل التعبير عن طابعها الخاص وعلاقتها بالقيمة ، وهى : الأخلاق التى تتخذ لها من الخير موضوعا ، وعلم الجمال ، وموضوعه الجمال ، والمنطق ، موضوعه الحقيقة .

ويتميز العلم المعيارى عن العلم المألوف بأنه يتكون من أحكام قيم ، وبأنه يضع أسس هذه الأحكام بأن يستخلص ما يسمى بمعيارها (الخير ، الجميل ، الحق) . ومثل هذا العلم لا يكتفى بوصف موضوعه وبيان القوانين التى تحدد طبيعته ، بل يميز فى موضوعه بين الأشكال الصالحة والأشكال غير الصالحة ، ويقرر نوعا من التدرج بين هذه الأشكال .

ومن المهم أن نلاحظ أن العلم المعيارى يصل إلى هدفه دون أن يستمد أسباب ترجيحاته من شىء آخر سوى الموضوع ذاته . ويتفق ، فى الواقع ، أن تقوم علوم غير معيارية بعملية ترتيب الموضوعات التى تعنى ببحثها ترتيبا تدريجيا . غير أن ذلك يحدث دائما بناء على غاية خارجية : فعلم الطبيعة مثلا

يميز بين الأشكال العليا والأشكال الدنيا للطاقة ، مادام يتحدث عن « تدهور » للطاقة ؛ ولكن ذلك لا يكون إلا بالنسبة إلى محصل هذه الطاقة فى عمليات التحول ، وهذا المحصل لا قيمة له إلا بالنسبة إلى غايات الصناعة . فالأحكام المعيارية فى علم الطبيعة لا تحدد على أساس اعتبارات فيزيقية ؛ بل على أساس اعتبارات لها صلة بالوسائل العملية ، أعنى خارجة عن مجال علم الطبيعة بمعناه الصحيح . أما فى الأخلاق ، فإن الحكم على الظواهر الأخلاقية مستمد من أسس جوهرية فى الأخلاق ذاتها ، لأن الأخلاق تنطوى فى ذاتها على غايتها . وبالمثل لا يحقق الشىء الجميل فى علم الجمال ، غاية صناعيه خارجة عن نطاق هذا العلم . وفى المنطق يكون الحق هو غاية فى ذاته ولذاته . ففى العلوم المعيارية تبنى أحكام القيم على أسس داخلية ، هى جزء لا يتجزأ من مجال العلم ذاته ، فالمعيار شىء أصيل فى العلم المعيارى ، وهو الذى يكون موضوعه الخاص .

التوازى الشكلى بين العلوم المعيارية . لوحظت بين العلوم المعيارية الثلاثة أوجه شبه تلفت النظر[1] ، وتعين على فهم طبيعتها . فمثلا قبل أن يصبح كل منها علما حقيقيا يقتضى دراسة وتفكيرا ، كان له طابع اجتماعى تلقائى ، وكان يتسم بسمة القاعدة الآمرة الشائعة بين الناس . فالأخلاق كانت فى مبدأ الأمر ، تراثا خارجيا ، هو « أخلاق آبائنا » ، بما فيها من طابع شبه دينى ، وبالمثل كان علم الجمال ينحصر فى قواعد تقليدية ، توقيعية وموسيقية ، ترتبط هى الأخرى بالطقوس الدينية ، وكذلك كان المنطق ، الذى كان مرتبطا بالنحو فى بدء الأمر ، وكان يفرض نفسه بوصفه مجموعة من قواعد الطقوس ، ومن

---

(1) André Lalande. Du parallélisme formel des sciences normatives, Revue métaphysiquc 1911. p. 527-532.

الإجراءات اللفظية التنظيمية . واتخذت هـــذه الأوامر الجماعية فى الشعور الفردى صورة الحدس ، وصورة الذوق الشخصى : فالحاسة الخلقية ، والضمير الأخلاقى التلقائى الذى يظن نفسه معصوما من الخطأ ، يناظره الذوق فى الفن ، والبداهة فى المنطق ، إذ أن البداهة نوع من تذوق الحقيقة . ومن الناس من يبدو عليهم أنهم قد فقدوا كل حاسة أخلاقية ، كذلك يتمثل لدى بعضهم — فى الظاهر على الأقل — فقدان الذوق الجمالى كما أن هناك ، من وجهة النظر المنطقية «عقولا زائفة» ، بل هناك من هم أدنى من ذلك ، أعنى المعتوهين والمجانين .

وستتيح لنا هذه الاعتبارات تحديد منهج ذلك العلم المعيارى الذى نحن بصدده هاهنا ، أعنى المنطق ، وتمكننا بوجه خاص من أن ندرك أن المنطق ينبغى له أن يتجه من الطابع التلقائى إلى الطابع القائم على التفكير .

١١ — المنطق علم وفن فى آن واحد :

هل هذا الانتقال من الطابع التلقائى إلى الطابع القائم على التفكير غاية فى ذاته ، أم أنه يمكن العقل من تحسين العمليات التى يقوم بها ، قبل كل علم، من أجل بلوغ الحقيقة ؟

كان من المسائل التى أثارت الجدل بين المناطقة الأقدمين ومناطقة العصور الوسطى معرفة ما إذا كان المنطق علماً أم فناً : أعنى هل هو علم بمعنى أنه معرفة نظرية بحتة للتفكير الصحيح ، دون أى تطبيق عملى ، أم هو فن بمعنى أنه وسيلة عملية لإجادة التفكير . فلنقل إن المنطق علم وفن فى آن واحد ، إذ أنه يصف عمليات العقـــل ويحكم عليها ، ويضفى عليها قيمة

تتفاوت فى مكانتها ، مما يؤدى بضرورة إلى إصلاح هذه العمليات وتقويمها .

ولقد أطلق حقاً على كتاب المنطق المعروف باسم منطق « بور رويال » (المنشور فى عام ١٦٦٢) اسم « المنطق أو فن التفكير » . وهذا الكتاب يتصدره مقال عرض فيه مؤلفاه أرنو ونيكول Arnauld et Nicole « الهدف من هذا المنطق الجديد » ، ويبدأ المقال بهذه الكلمات « ليس ثمة شىء أجدر بالتقدير من الحكم الفطرى الصادق ، ومن صواب نظرة العقل فى إدراكه للحقيقة وللبطلان » . فهم إذن يحكمون بان المنطق نافع فى اكتساب هذه الصفات . وبالمثل نشر ديكارت فى ١٦٣٧ « المقال فى المنهج ، من أجل إرشاد العقل والبحث عن الحقيقة فى العلوم » .

ومن المؤكد أنه ينبغى ألا نغلو فى تقدير القيمة العملية للمنطق . فنلاحظ أولا أن المنطق ، لما كان يلى سيكولوجية الذهن فى مرتبته ، فإنه يفترض ثقافة سابقة واسعة ، كما يفترض معلومات عديدة . وفضلا عن ذلك ، فمن الجائز أن يكون الأعداء الحقيقيون للحقيقة فى العقل الإنسانى ، هم الخمول والأهواء ، لا الافتقار إلى التجربة أو إلى البراعة المنطقية .

ورغم ذلك . فليس لنا أن نظن أن المنطق ليس مجدياً فى الناحية العملية . وإنما ينبغى أن نقول إن فائدته سلبية على الخصوص . فهو يكشف النقاب عن الاستدلالات الباطلة ، بل إنه يحذرنا من عدم كفاية الاستدلالات التى تبدو فى ظاهرها غير يقينية فحسب . وهو لا يفيد فى الكشف عن الحقيقة بقدر مايفيد فى توقى الخطأ ، وبالتالى فى تنمية ما يسمى بروح النقد . فهدف «ديكارت» مثلا كان سلبياً على وجه الخصوص : إذ كان يرمى إلى أن يقتلع من نفوس معاصريه تعلقهم بالمنطق الشائع فى العصر المدرسى .

مراجع

Lalande : Lectures sur La philosophie des Sciences Hachette) , Chap. VIII

لالاند : مطالعات فى فلسفة العلوم

ملحوظة : ينبغى ألا يرجع القارئ إلى الطبعات القديمة لهذا الكتاب ؛ الذى نقح مرات عديدة ، إذ أن هذه الطبعات القديمة لم تعد تساير تقدم العلم .

Brunschvicg : Les âges de l'intelligence (p.u.f). Lalande : La raison et les normes (Hachette) 1949.

برنشفيك : عصور العقل — لالاند : العقل والمعايير (يرجع إليهما فى القسم العاشر)

Piaget : La Psychologie de l'intelligenee (Colin).

بياجيه : العقل فى ضوء علم النفس .

الفصل الثاني

المنطق

منهج المنطق هو التحليل النقدى القائم على التفكير . وينصب هذا التحليل أولا على اللغة ، فيميز فيها بين .

١ ــ الحدود التى تدل على معانى كلية « مجردة » « وعامة » ، والتى يكون لها مفهوم وما صدق .

٢ ــ القضايا ، التى تثبت (أو تنفى) علاقات بين الحدود ، والتى تعبر عن أحكام .

٣ ــ الاستدلالات التى تستخلص نتيجة من عدد معين من المقدمات . مقولات أرسطو و « كانت » هى الصور العامة للفكر فى إعداد المعانى الكلية والأحكام . مبادىء « المنطق العام » (أى مبادىء الهوية والتناقض والثالث أو الوسط المرفوع) تسرى على كل فكر وكل لغة تزعم لنفسها الاتساق .

غير أن فلسفة العلوم تقدم إلى المنطق منهجا آخر أكثر خصوبة من هذا المنهج بلا شك ، وهو التحليل النظرى الذى ينصب على العلم عند نشأته ، ثم يتطور إلى بحث فى المناهج العلمية ، ونقد للمعرفة العلمية [ايستمولوجيا] ونظرية للمعرفة[1] .

١ ــ الحقيقة ليس لها معيار :

إذا كان المنطق علما معياريا ، كانت الحقيقة « معيارا » أى قاعدة أو أنموذجا للكشف عن الحقائق أو التحقق من صدقها .

---

(١) سوف نعرض لوجهة نظر المنطق الحديث فى الفصل الثانى عشر (القسم الثامن) .

ولكن هل هناك « معيار κριτήριον » للحقيقة ، أعنى علامة تتسم بها القضايا الصحيحة وتتميز بها من القضايا الباطلة ؟ وهل يتميز الصحيح من الباطل كما يتميز الأبيض من الأسود ؟ لقد تساءل الإغريق عن ذلك قائلين : هل يحمل الحكم الصحيح طابعاً مميزا ، مماثلا للعلامة التى تطبع على أجساد العبيد ، وتمكن من التعرف عليهم إذا ما لاذوا بالفرار ؟

لقد حاول فلاسفة العصر اليونانى القديم جهدهم أن يعرفوا معيار الحقيقة هذا ، غير أنهم لم يعجزوا عن الوصول إليه فحسب ؛ بل لقد اضطروا إلى التسليم أخيراً بأن الفكرة ذاتها ممتنعة . إذ لو وجد مثل هذا المعيار ، لما استطعنا أن نتصور إمكان وقوع الناس فى الخطأ ، وإمكان اختلاف الآراء حول الموضوع الواحد ؛ فى حين أنه لو كان ثمة حقيقة ، لكان من الجلى أن رأيا واحدا منها هو الصواب . ومن جهة أخرى ، فلا شىء يشبه الصواب ، من الوجهة العملية ، ولا شىء يبدو أشبه بالحقيقة بالمعنى الحرفى لهذا المصطلح [فى الفرنسية vraisemblable وهى كلمة مشتقة من الحقيقة] أكثر من البطلان . فمثلا : لا شىء أقرب إلى الواقع الفعلى من الحلم ، ومن المحال ، كما بين ديكارت فى « التأمل الأول » ، أن يعلم المرء علم اليقين بأنه ليس نائماً أو ن يبرهن على ذاك برهانا قاطعاً . وفضلا عن ذلك ، فمن أين يستمد معيار الحقيقة سلطته ؟ أهو يستمدها من معيار آخر ؟ وما مصدر هذا المعيار الآخر ؟ إن مصدره معيار آخر ، وهكذا إلى ما لانهاية . والحق أن الشكاك اليونانيين قد جمعوا حول هذا الموضوع الدليل تلو الدليل ، متحدين بذلك « التوكيديين dogmatiques » (أى أولئك الذين يقولون بوجود معيار أو مقياس) أن يأتوا بدليل يثبت تأكيداتهم : أى أنهم كانوا يقولون للتوكيدى « برهن على برهانك » ، فيقع التوكيدى فى حيرة لا مخرج

منها ، إذ أنه ١ — إما أن يقتصر على أن يؤكد فى تعسف أن برهانه يصلح فى نظره هو ، وذاك ما كان الشكاك يسمونه موقف ال ὑποθέσις أعنى التأكيد الاعتباطى دون برهان . ٢ — أو يحاول أن يعلو على هذا الموقف ، ولكنه سيظل يعلو فى هذه الحالة إلى مالانهاية له ، وبالتالى لن يصل أبدا إلى البرهان المنشود . وذلك هو التسلسل إلى ما لا نهاية له ἐκπτώσις εἰς ἀπείρους وإما أن يضطر إلى البرهنة عن طريق نفس الشيء المراد البرهنة عليه ، وتلك هى حالة الدور أو diallèle (البرهنة على شيئين كل منهما بالآخر (δι' ἀλλήλων)) . ومن ذلك ننتهى إلى أن الحقيقة ليس لها معيار .

غير أن هذا لا يعنى أنه ليس ثمة حقيقة . فمنذ آلاف السنين التى ظل الناس خلالها يستدلون ويبرهنون ويتحققون من صدق آرائهم ، كان من المحال ألا تظهر خلال ذلك حقيقة ما . وإن العلم ليتقدم على الدوام ، وهو يقدم الدليل على حقيقته بما يحرزه من نجاح فى كل الميادين .

والذى ينبغى أن نقوله هو أن « الحقيقة هى معيار ذاتها » . وكما قال سبينوزا[١] بحق « . . . . فالحقيقة ليست فى حاجة إلى أية علامة . . . . . ويكفى أن تكون لدينا الماهيات الموضوعية ، أو ما يعادلها من أفكار عن الأشياء ، للقضاء على كل شك » . إن الحقيقة قد ظهرت رويداً رويداً عن طريق تقريبات متتالية ، وخلال المحاولات والجهود والتأملات والتعديلات ، ثم حصلنا عليها واكتسبناها : وإذن فلنتخذها معيارا فى ذاتها .

(١) Spinoza : Traité de la réforme de l'entendement Œuvres traduites et annotées par Appuhn. Paria, Garnier, 1907, t. I, p 239.

٢ — المنطق يتبع منهج التحليل النقدى النظرى :

إذن ليس المنطق كشفا وتأكيدا لمعيار خارجي للحقيقة . وإنما هو تحليلى وفكرى ، ونقدى .

١ — فهو تحليلى بمعنى أنه إذا اتخذ الحقيقة المعطاة نقطة بدء له ، فإنه يرتقى منها إلى الشروط التى جعلت هذه الحقيقة ممكنة .

٢ — وهو فكرى واع ، بمعنى أنه يصل بهذه الطريقة إلى «معرفة قدرتنا على المعرفة» كما يقول سبينوزا . فالفكر الواعى هو معرفة الفكر لذاته معرفة إيجابية إرادية . ومن هنا ندرك كيف أن كلمة الفكر الواعى réflexion تشتق من اللاتينية reflectere التى تعنى « الرد إلى الوراء » (أعنى أن يرتد المرء بفكره إلى الوراء ليعى المرحلة التى قطعها) .

٣ — وهو نقدى ، بمعنى أنه متى انتهى من تحليل المعرفة والتفكير فيها تفكيرا واضحاً ، ميز بين ما هو صحيح وما هو باطل على نحو أكثر دقة ، وبذلك يستطيع أن يحدد المنهج الذى يفضى إلى المعرفة الحقة . ولقد كان « كانت »[١] هو الذى أدخل كلمة « نقدى » واستعملها فى الفلسفة بمعنى التفحص والاختبار المنهجى .

٣ — فكرة وجود منطق عام :

يطلق اسم « المنطق العام » على دراسة جميع العمليات العقلية التى تتسم بطابع «التدرج فى المعرفة» ، أعنى أنها تتمثل ، أو يمكن أن تبدو ، فى صورة

---

(١) Critique de la raison pure, 1781 ; de la raison pratique, 1788; du jugement 1790.

تسلسل واضح للأسباب المنطقية . والهدف من هذه الدراسة هو تحديد العمليات الصائبة ، والتى تنتهى بالكشف عن الحقيقة ، من بين سائر العمليات العقلية .

ولكن من أين نأتى بهذه العمليات؟أول الطرق التى تطرأ على الأذهان ، وأوسعها انتشارا ، هى أن تستمد مادة المنطق من اللغة .

ولا جدال فى أن اللغة فى ذاتها لا توصف بالصدق ، وإنما هى تفيد الصواب والخطأ على حد سواء ، وهى تحتمل الحقيقة والبطلان معاً على قدم المساواة . ولكن لابد أن اللغة قد اكتسبت ـ منذ أن وضعتها البشرية وتوارثتها وكملتها ـ قدرة تتيح لنا إيضاح الحقيقة ، لا الكشف عنها . فالقضية التى تذكر على حدة لن تنطوى بحسب صورتها وحدها على شيء ينبئنا إذا كانت صادقة أم كاذبة . فقد يقول المرء فى دياجير الظلام « النهار طالع » . فاللغة تسمح بوقوع الخطأ ، وهى مطية الكذب . ولكن وسائل الربط بين أجزاء اللغة كفيلة بأن تكشف عن العمل الذى يمهد للوصول إلى الحقيقة . فإذا قلت مثلا : «نحن فى شهر أبريل ، والساعة التاسعة صباحا ، إذن فالنهار طالع » كانت العلاقة بين هذه القضايا ، وخاصة بين القضيتين الأوليين اللتين تجمع بينهما واو العطف ، وبين الثالثة ، التى تستهل بالحرف «إذن» ـ نقول كانت هذه العلاقة ذات دلالة كبرى . فمجموع القضايا الثلاث يكون ما يسمى بالاستدلال . والاستدلال هو الطريقة المثلى للوصول إلى الحقيقة أو لتوقى الخطأ . فالذى يهمنى فى مجموعة القضايا التى ضربنا بها هذا المثل ، ليس القضايا ذاتها ، وإنما هو العملية التى تنتج بها الثالثة من الأوليين .

ودراسة هذه العملية لا تكشف لى عن حقيقة القضية ، وإنما تكشف لى عن الطريقة التى تقرر بها حقيقة إحدى القضايا .

المنطق العام . فلسفة النحو (التراكيب اللغوية) : ونقول بعبارة أخرى ، إنه من الممكن جدا أن يبدو المنطق كما لو كان تحليلا واعيا للنحو ، لا لذلك الجزء من النحو المسمى بدراسة المفردات والأشكال اللغوية (وإن تكن لمعرفة الأشكال بعض الأهمية فى دراسة ظاهرة تعدد معانى الألفاظ وعلاقتها بنهاية الكلمات الخ . وهى الدراسة التى تكشف عن علاقات ، ومن ثم تحدد على الأقل معالم الطريق الذى نصل به إلى الحقيقة) ، بل للجزء الآخر المسمى « بالتركيب اللغوى » ، فيكون المنطق العام أولا فلسفة للتركيب اللغوى [phil. de la Syntaxe] وبحثا فى التركيبات التى تعبر عن عملية التحقيق من صحة المعنى ، وهو على الأخص بحث فى الكلمات التى تحدد المراحل الرئيسية لهذه العملية مثل : واو العطف ، أو ، إذن ، لأن ، رغم أن . . . الخ . فالمنطق العام هو أولا تحليل واع ، يتعلق بأدوات العطف التى تفيد الارتباط والتبعية .

وفضلا عن ذلك ، فإن كلمة « لوجوس » λόγος ، التى اشتق منها اسم المنطق فى اليونانية تعبر أصلا عن اللغة ، وعن الجزء الإيجابى منها بوجه خاص ، أى عن الجزء الذى يقننه التركيب اللغوى على هيئة قواعد ، ومن هنا جاءت المعانى المشتقة من هذا اللفظ القديم : كالاستدلال ، والصلة ، والحساب ، والمنهج ، والعلم .

التركيب اللغوى والديالكتيك : يمكننا أن نصل إلى نتيجة أفضل من هذه ، لو درسنا اللغة وهى فى غمرة أدائها لوظيفتها وفى أوج مرحلة البحث ،

أعنى إذا صرفنا النظر عن التفكير فى النحو اللغوى العملى المتداول ، الذى يهتم بالناحية العملية أكثر مما يهتم بالحقيقة ، وبالصلاحية العملية أكثر من القيمة العقلية ، لكى نفحص لغة البرهان والمحاجة والتفنيد ، أى ما كان يطلق اليونانيون عليه اسم الديالكتيك [Dialectique] . وهذه الكلمة تدل على نوع خاص من الحوار [dialogue] : وهو حوار عارف يقظ ، يعمل فيه المتحاوران سوياً من أجل التمهيد للكشف عن حقيقة يكون اتفاقهما عليها ضماناً لقيمتها . ولقد كان سقراط هو الذى وضع « أسس » المنهج الديالكتيكى فى القرن الخامس قبل الميلاد . كما أن المنهج الديالكتيكى كان هو ذاته المنهج المتبع فى محاورات تلميذه أفلاطون (القرن الرابع) . ثم حاول أرسطو ، وهو تلميذ أفلاطون:أن يستخلص قواعده ، فى نفس الوقت الذى حاول فيه أن يحلل أعم عمليات اللغة المتداولة وأكثرها شيوعاً .

٤ — تحليل اللغة المتداولة يؤدى إلى الحدود التى تعبر عن معانى كلية :

إذا ما مضينا فى تحليل اللغة المتداولة شوطاً بعيداً ، فإننا لا ننتهى فى آخر الأمر ، إلى « كلمات » بالمعنى الصحيح ، بل إلى ما يسمى «بالحدود» termes أى إلى كلمات لا تعبر عن علاقات ، وإنما عن حقائق ذهنية يمكن أن تقوم بينها العلاقات فيما بعد ، ومن الممكن أن يقال عنها فى ذاتها إنها مجردة من التضمن ἄνευ συμπλοκῆς كما قال أرسطو . ففى الجملة « القلم أسود » أو « القلم يكتب » تكون الكلمات ، قلم ، أسود ، ويكتب » حدوداً .

والحد العام يعبر عن معنى كلى . وكلمة المعنى الكلى تطلق على تصور مجرد عام . ومعنى ذلك بعبارة أخرى أنه يشتمل على عدد معين من الصفات

المستخلصة (أو المجردة) من تصور (يقال عنه تبعا لذلك إنه أكثر تحديداً حسيا) ، والمشتركة بين عدة أفراد لفئة واحدة أو جنس واحد (عام) . فالمعنى الكلى « لقلم » مثلا يشتمل على صفات (كونه مصنوعا من مادة « البلاستيك » مثلا ، ومنتهيا بريشة ثابتة ، ومشتملا على مستودع للحبر) وهذه الصفات مستخلصة من أقلام الحبر التى رأيتها ومن جهة أخرى ، فهو يمثل فئة من الأشياء تشترك فى هذه الصفات . ويطلق اسم « مفهوم المعنى الكلى (Compréhension ou connotation) على مجموع الصفات التى يجمع (connote) بينها المعنى الكلى . أما « ما صدق المعنى الكلى » (extension) فهو مجموع الأفراد الذين « يصدق عليهم » . والمعنى الكلى علاقة بين ماصدق ومفهوم . فهو إذن ينطوى فى ذاته على إثبات ضمنى ، مادام يثبت أن الماصدق مطابق للمفهوم ، أى أن « الأقلام أقلام » ، وهو حكم يشير الموضوع فيه إلى الماصدق ، أى مجموع الأشياء التى يصدق عليها الاسم ، والمحمول إلى المفهوم ، أى إلى مجموع الصفات : فأفراد طائفة القلم تطابقها صفات كونها مصنوعة من مادة « البلاستيك » ولها ريشة ثابتة ، الخ .

وماصدق الحد ومفهومه لا يستقل كل منهما عن الآخر . فإذا ما توسعنا فى الماصدق ، أى زدنا الفئة ، اضطررنا إلى محو بعض الصفات ، ما دامت كل صفة تعد شرطاً لدخول فرد فى ماصـــدق المعنى الكلى . كما أن زيادة المفهوم قد تدفعنا — لهذا السبب نفسه — إلى إنقاص الماصدق . فإذا ما أردت زيادة ماصدق المعنى الكلى « للثدييات » حتى يشمل « الفقريات » كان من الضرورى أن يفقد صفات : الولادة ، وإرضاع الصغار ، ووجود جهاز شعر جلدى ، وهى الصفات التى لا تنطبق على كل الفقريات. أما إذا أردنا التوسع

فى صفات المعنى الكلى للثدييات ، كوجود الأسنان مثلا ، فإن الثدييات تقتصر عندئذ على أكلة اللحوم ، أو أكلة العشب أو الحيوايات القارضة .

٥ — أرسطو يطلق اسم المقولات على أجناس الوجود :

إذا نظرنا إلى المعنى الكلى من حيث مفهومه ، وجدنا أنه يمكن أن يكون موضوعا لعدد كبير من الأحكام التى تحمل عليه صفات : فالقلم أسود ، والقلم عتيق . . الخ . وكل حكم من هذه الأحكام يحدد الموضوع من وجهة نظر مختلفة . ولقد كانت وجهات النظر هذه هى التى سماها أرسطو « بالمقولات » . وهو يسميها بأجناس الوجود τὰ γένη τοῦ ὄντος أى الضروب المختلفة التى يمكن أن يوجد عليها شىء ما ، أو بعبارة أخرى ، أحوال الحمل المنطق (attribution) .

وهو يميز من هذه المقولات عشرا ، لا يحتاج المرء إلى تفكير طويل ليدرك أنه استخلصها من النحو المتداول . والمقولة الأولى هى الجوهر أو الماهية οὐσία (سقراط «إنسان») وهى تناظر الاسم فى النحو . والثانية هى الكم ποσὸν (طوله ذراعان) وهى تناظر النعت العددى . والثالثة هى الكيف ποιὸν (أبيض) التى تناظر النعت الكيفى . والرابعة هى الإضافة πρὸς τι (ضعف ، نصف ، أكبر من) وتناظر أفعل التفضيل . والخامسة هى المكان أو الأين ποῦ (فى المدرسة ، أو فى الميدان) وتناظر ظرف المكان . والسادسة هى الزمان أو المتى ποτὲ (أمس ، فيما مضى) ، وتناظر ظرف الزمان . والسابعة هى الوضع κεῖσθαι (جالس ، مضطجع) وتناظر الصفة أو اسم المفعول . والثامنة الملك ἔχειν (حذاؤه أو رداؤه) وتناظر المضاف إليه . والتاسعة والعاشرة هما الفعل ποιεῖν والانفعال πάσχειν (هو يقطع ، ويُقطع) وتناظران الفعل المبنى للمعلوم والمبنى للمجهول .

٦ — الحكم يحدد معنى القضية :

يؤلف بين الحدود على هيئة قضايا . وتطلق كلمة الحكم على التأكيد ، الموجب أو السالب ، الذى يثبت أو ينفى علاقة بين حدين . وبالحكم يصبح للقضية معنى .

ويطلق اسم الرابطة Copule على الكلمة التى تعبر عن العلاقة بين الحدين. وهـــذه العلاقة قد تكون على أنواع متباينة ، وإن كان المنطق التقليدى قد ردها كلها إلى علاقة التلازم ، التى هى علاقة الموضوع بالصفة أو بالمحمول prédicat . وفى هذه الحالة تكون الرابطة هى دائماً فعل الكينونة[1]. وعلى ذلك فالحكم فى نظر المنطق التقليدى ينحصر فى إثبات محمول لموضوع ، أو نفى إمكان نسبة هذا المحمول إلى الموضوع . على أن وجهة النظر هذه ضيقة إلى حد بعيد ، ولذا عمل المنطق الحديث ، الذى امتد فأصبح منطقا رمزيا logistique ، على توسيعها إلى حد غير قليل .

ولكن حتى ولو ظل المرء ملتزما حدود المنطق التقليدى ، فسيضطر إلى التمييز بين عدد من الطرق المختلفة التى يمكن أن تقرر بها علاقة التلازم . وسوف نسترشد هنا بقائمة الأحكام التى عرضها كانت فى « نقد العقل المحض ».[2] فمن الممكن أن ينظر إلى الأحكام على أربعة أنحاء مختلفة ، وفى داخل كل نحو من هذه الأنحاء يمكننا أن نميز بين ثلاثة أنواع مختلفة ، فيكون المجموع اثنى عشر نوعا من الحكم . والأنواع الثلاثة المندرجة تحت كل قسم

---

(١) يلاحظ أن الرابطة لا تظهر فى معظم القضايا فى اللغة العربية ، وذلك تبعاً لمقتضيات التراكيب النحوية فى اللغة العربية (المترجم)

(٢) Traduction Archambault (Flammarion) t. I. p. 113.

مرتبة فيما بينها بحيث أن الثالث منها يوفق بين تعارض الأول والثانى ، ويستبقى شيئاً من كل منهما ، مما يؤدى إلى تكوين الثلاثى المشهور : القول ، ونقيضه ، والمركب من القول ونقيضه .

١ — من حيث الكم [qnantiié] تنقسم الأحكام إلى كلية universels أوجزئية Palticuliers . فنى النوع الأول ينصب الحكم على جميع ماصدقات الموضوع (كل إنسان فان) وفى الثانى على جزء منه فحسب ، هو فضلا عن ذلك جزء غيرمحدد (بعض الناس أذكياء ، يوجد أناس أذكياء). والمركب من الكلى هو المخصوص Singulier ، ولا يكون فيه للموضوع « ماصدق» ، وإنما يكون فردا (سقراط إنسان) . ومن الممكن فى هذه الحالة أن نستخدمه فى الاستدلال كما لو كان حدا جامعا ينظر إلى جميع ماصدقاته .

٢ — ومن حيث الكيف [qualité] ، تنقسم الأحكام إلى موجبة affermatifs وسالبة négatifs . ولكن « كانت » يضيف نوعا ثالثاً ، يسميه «باللامحدد indéfini » ويكون مركبا من الموجب والسالب ، إذ أن هذا النوع موجب بحكم رابطته ، سالب فى محموله ، ومثاله : «النفس لافانية» ، أى أن النفس تندرج تحت ذلك النوع « اللامحدد » من الكائنات التى ليست فانية .

٣ — ومن حيث الإضافة relation ، قد تكون الأحكام حملية ، أو شرطية ، أو انفصالية . فالحكم الحملى هو حكم بسيط تربط فيه العلاقة التى يثبتها (أو ينفيها) بين الموضوع والمحمول . أما الحكم الشرطى فهو حكم مركب ، يؤكد وجود علاقة بين حكمين يكون أحدهما المبدأ أو الشرط ،

والثانى نتيجة له . ومثال ذلك « إذا انخفض مقياس الضغط الجوى فسوف يسقط المطر » . وأما الأحكام الانفصالية فهى عدة احتمالات alternatives تثبت بها أن عدداً معيناً من الأحكام يستبعد كل منها الآخر ، ولكنها تؤلف جميعها المجموع الكلى لمعرفة ممكنة . ومثال ذلك « يوجد العالم إما بمحض الصدفة ، أو بفضل ضرورة داخلية ، أو نتيجة لعلة خارجية » .

٤ — أما جهة الحكم modalité فهى الطريقة التى يرتبط بها الحكم بالذهن فى مجموعة ، أو إن شئت فقل هى الطريقة التى تربط الحكم بالتفكير ، أو درجة اليقين التى يحدد بها الفكر مرتبة الحكم ، وتعبر عنها عبارات : بالتأكيد ، بلا شك ، ربما ، بالضرورة .

فالأحكام التى تكتفى بإقرار حقيقة ، هى أحكام تقريرية assertoriques ، أما تلك التى تعبر عن إمكان فهى احتمالية problématique : فالأحكام الشرطية والانفصالية تجمع بين قضايا احتمالية ، إذ أن الحكم « إذا انخفض مقياس الضغط الجوى سقط المطر » ينقسم إلى : من الممكن أن ينخفض مقياس الضغط ، ومن الممكن تبعاً لذلك أن يسقط المطر . كذلك الحال فى قولنا : العالم ربما كان يوجد بفعل صدفة عمياء ، أو بفعل ضرورة خارجية ، الخ . والنوع الثالث من أحكام الموجهات يشتمل على الأحكام الضرورية apodictiques التى تعبر عن ضرورة مثل مجموع زوايا المثلث هو بالضرورة قائمتان . والحكم الضرورى هو المركب الذى يجمع بين الحقيقة والإمكان ، إذ أنه يؤكد أن الحقيقة التى يقول بها هى الوحيدة « الممكنة » أو أن القضية التى تناقضها باطلة لأنها « غير ممكنة » .

٧ — « كانت » ينظر إلى المقولات على أنها تعبر عن الوظائف الأساسية للتفكير :

أراد كانت أن يتوج المنطق بقائمة للمقولات على غرار ما فعل أرسطو من قبل . غير أن مقولاته ، وإن كان بعضها مماثلا لمقولات أخرى عند أرسطو ، فليست لها نفس دلالة المقولات الأرسطوطاليسية . بل إن بين الفلسفتين فارقا أساسيا فى وجهة النظر : ذلك لأن الانقلاب الذى أحدثه « كانت » والذى كان استمرارا لتفكير « ديكارت » . قد أحل المثالية الحديثة محل واقعية الفلسفة القديمة .

واقعية أرسطو والمثالية الحديثة : قلنا إن أرسطو قد نظر إلى المقولات على أنها « أجناس الوجود » . فواقعيته تنحصر فى إخضاع التصور للوجود ، والحقيقة للواقع . وإذا ما ووجه الواقعى بالسؤال « فيم تكون حقيقة هذا الحكم ؟ » كان جوابه « فى مطابقته للواقع » . غير أن هذه الإجابة ، التى هى التعريف الواقعى للحقيقة ، تنطوى على دور منطق (diallèle)[1] ، إذ كيف يعلم المرء أن هذا الحكم مطابق للواقع ، إن لم يكن عن طريق التصورات أيضاً ؟ إن الفيلسوف الواقعى يحيلنا من التصور إلى الواقع ، ولكن لكى نعرف الواقع ، ينبغى له أن يحيلنا من الواقع إلى التصور ، وهنا يظهر الدور بوضوح . هذا إلى أننا متى أردنا أن نعرف إن كان الحكم صادقا أم لا ، فإننا لا نرجع أبدا إلى الواقع : فمثل هذا الرجوع خداع ، ما دام المرء لن يهتدى على الدوام إلا إلى تصورات . وإنما يبحث المرء

---

(١) انظر الفصل الثانى ، القسم « ١ » .

عن تصورات مختلفة عن تلك التي بنى الحكم على أساسها أولا ، تتقاطع معها ، وتؤدى إلى تكوين طائفة من الأدلة . أى أن الذهن يتجه فى سعيه إلى الحقيقة ، إلى بناء سلسلة من البراهين ، ولا يعود مطلقاً إلى الواقع . فعندما يقوم المرء بتحقيق قضائى ، لكى يهتدى إلى المجرم مثلا ، فإنه لا يسعى إلى الوصول إلى الجريمة كما وقعت حقيقة ؛ إذ أن هذا الواقع قد اختفى على أية حال ، وإن كان أحد قد أدركه ، فما ذلك إلا عن طريق التصور. ذلك لأن عناصر التحقيق « أدلة » مادية أو « أقوال الشهود » . فإذا ما اعترف المتهم ، لم يكن فى ذلك نهاية التحقيق ؛ بل يبدأ ثانية وقد أضيف إليه عنصر جديد ، وهو شهادة المتهم ، وهى شهادة لها قيمتها الكبرى ، غير أنها لا تكفى ، إذ أن أحدا لا يعلم السبب الذى دعاه إلى الاعتراف ، ولا يعرف إذا كان اعترافه صادقا : فربما لم يكن مذنباً ، « واعترف » بدافع اليأس أو الإعياء ، وهذا ما يعمل التحقيق على التثبت منه . فالبحث عن الحقيقة لا ينحصر فى الاتصال المباشر بالواقع ، وإنما فى الجمع بين التصورات والتحقق من صدق كل منهما بوساطة التصورات الأخرى . فالحقيقة هى ثمرة التحقق .

المنطق : علم التحقق من الصدق ، وعلم البرهان : إذن فليس المنطق علماً للوجود ، وإنما هو علم للتحقيق والبرهان . وذلك ما سيتبين لنا بمزيد من الوضوح بعد دراستنا لفلسفة العلوم .

لكن فى هذه الحالة لاتكون مقولات المنطق « أنماطا للوجود » ، وإنما هى أحوال الحمل المنطقى فحسب . فالوجود أمر يقرره الحكم ، وما كان يظن « أنماطا للوجود » ليس إلا أنماطا للتفكير الذى ينطوى عليه الحكم ، أو هو بعبارة أخرى وظائف التفكير التى تنطوى عليها عملية الحكم .

وتلك هى مقولات « كانت » . وسوف يمكننا تصنيف الأحكام من استنباطها ، إذ أن كل فئة للحكم تناظرها وظيفة عملية للتفكير الذى يحكم .

وعلى ذلك ، تكون لدينا ثنتا عشرة مقولة ، أربع رئيسية ، تنطوى كل منها على ثلاث مقولات فرعية . ولقد عرفنا من قبل الأربع الرئيسية، وهى الكم والكيف والإضافة والجهة . ولنلاحظ أن الثلاث الأولى منها أرسطوطاليسية وهى تقابل الكم ποσὸν ، والكيف ποιὸν والإضافة πρὸς τὶ ولكنها تكتسب هنا معنى جديدا ، أما الجهة فلم يكن أرسطو يجهلها ، بل لقد أوضح بجلاء الفارق المنطق بين القضايا التقريرية τοῦ ὑπάρχειν والضرورية τοῦ ἐξ ἀνάγκης ὑπάρχειν والاحتمالية τοῦ ἐνδέχεσθαι ὑπάρχειν .

والمقولات الفرعية للكم هى «الوحدة ، والكثرة ، والكلية totalité» . ومن الجلى أن الثالثة هى المركب من الأوليين ، إذ أن الكلية هى وحـــدة الكثرة ، فالرقم ٣ هو وحدة الكثرة ٣ × ١ ، إذ أن ١ × ٣ = ٣ × ١ (٣ مضروبة فى ١ هى ١ مضروب فى ٣) .

والمقولات الفرعية للكيف هى الواقعية réalité والسلبية négation والتحديد limitation . وهنا أيضاً تكون الثالثة مركبا من الأوليين : فالتحديد هو الواقعية محددة و « محاطة » بالسلب .

والمقولات الفرعية للإضافة هى : الجوهر ، والعلية ، والمشاركة (التأثير المتبادل بين حقيقتين مقترنتين) . ذلك بأن الحكم الحملى الذى يفيد التلازم يؤكد أن صفة ما يجب أن تحمل على موضوع ، يكون عندئذ جوهرا لها ؛

والحكم الشرطى يفيد وجود علاقة بين علة ومعلول (فى المثال يكون انخفاض مقياس الضغط علامة على حالة جوية تسبب المطر) ؛ والحكم الانفصالى يقرر بين عدد معين من الأحكام علاقة اقتران simultanéité ومساواة ، واستبعاد متبادل .

والإضافة هى أهم المقولات ، وهى التى أوحت إلى كانت بأ كثر المشاكل تعقيدا وخصبا . وسنعود إلى الكلام عنها فى موضع آخر[1] .

والمشاركة هى المركب من الجوهر والعلية ، لأنها العلية المتبادلة بين جوهرين يؤثر كل منهما فى الآخر .

أما المقولات الفرعية للجهة فهى « الإمكان » [Possibilité] (وضده الاستحالة) والوجود existence . (وضده اللاوجود) والضرورة nécessité (وضدها العرضية contingence) . والضرورة هى المركب من الوجود والإمكان ، إذ أن ما هو ضرورى هو ما لا يحتاج إلا إلى أن يكون ممكنا لكى يوجد . ولقد تحدث ليبنتز عن الله بهذه العبارة الرائعة المستوحاة من فكرة الجهة فقال : « إن الموجود الضرورى يوجد إذا كان ممكنا » .

٨ — بعد كانت ، أكمل هاملان قائمة المقولات :

كانت قائمة المقولات عند « كانت » نقطة بداية قوائم أخرى ، نسبتها إلى قائمة كانت هى نفس نسبة هذه القائمة إلى قائمة أرسطو . فلنعط فكرة

(١) انظر الفصل الثالث ، قسم ١٠٥ .

موجزة عن قائمة هاملان[1] ، التي كانت موضوعا لبحثه في كتاب « دراسة العناصر الرئيسية في التصور » .

Essai sur les éléments principaux de la représentation

وفي هذا الكتاب تطلع هاملان إلى بناء سلسلة المقولات كلها عن طريق العملية الثلاثية التي سار عليها كانت ، وهي : القول ، ونقيضه ، والمركب من القول ونقيضه .

الإضافة ، والعدد ، والزمان : إن نقطة البداية هي مقولة الإضافة ، إذ أن كل تفكير إنما ينحصر في تقرير صلة أو علاقة بين حدود متفرقة ، والتفكير ربط : فالعالم في نظر الفكر « سلسلة متدرجة من العلاقات » ، ولا شيء منعزل فيه على الإطلاق ؛ بل إن الأضداد إنما هي متضايفات ، إذ أن كلا منها يستبعد الآخر ، وذلك ، في الحق ، نوع من التبعية المتبادلة . فالإضافة إذن هي المقولة الأولى . ونقيض الإضافة هو العدد : فالعدد مكون من وحدات ، على أن الوحدات لا يمكن تقريرها ، بوصفها وحدات ، إلا إذا تصورناها متفرقة على نحو ما . فعندما يقال عن أشياء إنها « اثنان » مثلا ، يكون معنى ذلك أن لكل منها وجودا مستقلا يكون ، على نحو ما ، عالما لا سبيل للثاني إليه . وهكذا تكون لدينا مقولتان متضادتان : الإضافة والعدد . فماذا يكون المركب منها ؟ لابد أن يكون مقولة تستبقي من العدد قانون التشتت ، والتنافي المتبادل الذي يفرق بين الوحدات ، ومع ذلك تبقى على علاقة بينها . وذلك هو الزمان ، إذ أن لحظات الزمان تفر كل منها من الأخرى ، إلى حد أن كل لحظة تلتقي — في حينها — بالأخريات في هوة العدم ، التي يمثلها الماضي . ومع ذلك فإن لحظات الزمان تظل مرتبطة . ذلك لأن

(1) ١٨٥٦ — ١٩٠٧ .

الماضى ، وإن لم يعد له وجود ، فهو يحدد الحاضر على الرغم من ذلك .ذلك الحاضر الذى يحتفظ منه بأثر فى الذاكرة . تلك إذن هى المجموعة الثلاثية الأولى : الإضافة ، والعدد ، والزمان . وهى المجموعة التى تكونت بناء على طريقة « كانت » .

الزمان والمكان والحركة : المقولة المقابلة للزمان هى ، بطبيعة الحال ، المكان ، هذا إلى أن اللغة ذاتها تؤكد ثنائية الزمان والمكان . وليس من الصعب أن ندرك فيم يتضادان : فالزمان ينصرم ، والمكان باق ، ويحفظ أجزاءه المختلفة معاً كما لو كانت مقترنة ؛ والزمان يكون سلسلة وحيدة وليس له — كما قيل عنه — سوى بعد واحد ، بحيث أنه إذا لم تتعاقب الحادثتان فى الزمان ، أعنى إذا لم تكن إحداهما سابقة على الأخرى ولا لاحقة بها ، كانتا مقترنتين فى الزمن ، وتنطبق إحداهما على الأخرى من الوجهة الزمانية ، أما فى المكان ، فمن الممكن ألا تتطابق الأشياء وذلك بصور مختلفة (أى بثلاثة طرق ، ما دام للمكان ثلاثة «أبعاد») . وإذن فهناك تضاد بين المكان والزمان . ولكن يوجد بينهما ، رغم ذلك ، خصائص مشتركة تسمح بتكوين مركب بينهما : فهما متجانسان ومتصلان . والمركب منهما هو الحركة . فالحركة هى تغيير الموقع فى المكان خلال الزمان . وهى بدورها متجانسة ومتصلة ، شأنها فى ذلك شأن المقولتين اللتين تكونت منهما . فالمجموعة الثلاثية الثانية هى إذن : الزمان ، والمكان ، والحركة .

الحركة ، والكيف ، والاستحالة[1] : تستبقى الحركة من الفكرتين اللتين ولدتاها ، صفة كونها « مركبة » أعنى أن أجزاءها لا يمكن أن تتحد إلا مع

(١) الاستحالة هنا هى أن يستحيل الشىء إلى شىء آخر ، أو يصبح شيئاً آخر altération ، ولا شأن لها بالمعنى الآخر الذى يقابل الإمكان (impossibilité) (المترجم) .

بجاورها وبقائها متميزة . ولذا كان هناك علم رياضي خاص للحركة ، كما أن هناك علما رياضيا خاصا للمكان وللزمان . فسرعة الحركة يمكن أن يقال عنها إنها مجموع سرعات متعددة أصغر منها ، تدرك فيها بوضوح : فالجسم المتحرك الذى يتنقل بمعدل ١٠ أمتار فى الثانية ، يصبح فى نهاية هذه الثانية عند طرف خط يمكن أن يميز فيه خطان كل منهما ٥ أمتار مثلا ، ويمثل كل منهما سرعة حركتين تبلغ كل منهما ضعف هذه الحركة فى البطء . تلك إذن هى صفة « التركيب » فى الحركة . ومقابل المركب هو « البسيط » . والبسيط هو مالا يتركب من أجزاء يمكن تمييزها، ومن ثم كان بأسره فى كلٍّ من أجزائه. فالشىء الأبيض يكون بياضه فى المليمتر المربع منه معادلا لبياضه فى المتر المربع : وذلك مايعبر عنه القول إن الأبيض « كيف » . فنقيض الحركة هو « الكيف » . والمركب منهما هو تحرك الكيف أو تغيره ، الذى يطلق عليه «هاملان» اسما أرسطوطاليا هو الاستحالة (كالابيضاض والاحمرار والاستدفاء والتصلب). تلك هى إذن المجموعة الثلاثية الثالثة : الحركة، الكيف، الاستحالة .

الاستحالة ، النوعية ، العلية : نستطيع أن نهتدى إلى نقيض الاستحالة إذا تصورنا عالما تسوده استحالة دائمة لا يقابلها شىء . مثل هذا العالم تتغير كيفياته بلا انقطاع ، دون أن يتمكن المرء من أن يميز فيها شيئاً ثابتاً . وفى مقابل ذلك ، يتمثل الثبات فى عالم ترتبط كيفياته بعضها ببعض على نحو تكون إحداها شرطا فى كيفيات أخرى تندرج تحتها . وذلك هو اندراج الأنواع تحت الجنس . وهذا ماسماه «هاملان» بالنوعية، وهو النقيض الثابت للاستحالة الدائمة التغير ، وهو أيضاً أساس التصنيف . أما المركب من الاستحالة

والنوعية ، فهو العلية : والواقع أن العلاقة بين العلة والمعلول هي في آن واحد علاقة تغير وثبات ؛ إذ أن سلسلة العلل والمعلولات هي تيار لا ينقطع ، ومع ذلك فإن هذا التيار تنظمه قوانين لا تتبدل . فالمجموعة الثلاثية الرابعة إذن هي الاستحالة ، والنوعية ، والعلية .

العلية ، والغائية ، والشخصية : وطبيعي أن نقيض العلة هو الغائية . ففهم ظاهره عن طريق علتها ، هو تفسير لها من خلال الظاهرة التي تسبقها ، والتي هي سببها . أما فهمها عن طريق غايتها وهدفها ، فهو البحث عن سببها في النتيجة التي ستتلوها ، والتي تتجه هي إليها . وعلى ذلك ففي وسعنا أن نقول ، في نفس الآن ، إن البلورية تظهر في العين نتيجة لنمو نسيج معين فيها — وذلك هو التفسير بالعلة — أو أنها تظهر للتمكين من الرؤية ، وذلك هو التفسير بالغاية .

والمركب من العلية والغائية هو الشخصية ؛ إذ أن الشخص علة تعمل على تحقيق غاية . وتضع لنفسها غايات معينة . والمجموعة الثلاثية الرابعة ، وهي : العلية والغائية والشخصية ، هي الأخيرة ، إذ أنها تنتهي إلى القيمة العليا ، أي إلى قيمة الكائن الذي هو غاية لذاته وللآخرين ، دون أن يجوز له أن يكون وسيلة على الإطلاق ؛ وفضلا عن ذلك فالشخصية هي الشعور الذي يقرر العلاقات ويتفهمها . وبهذا تقفل الدائرة .

٩ — الاستدلال ، أي تنظيم القضايا بحيث تؤدي إلى إيجاد نتيجة :

تنظم القضايا في اللغة على صورة « جمل » . وكثيراً ما يتفق للجمل أن تعبر عن أحكام معقدة . فمن الممكن مثلا أن تعبر جملة في مجموعها عن حكم

شرطي أو حكم انفصالي . وفى أحوال أخرى تعدل القضايا التابعة معنى القضية الرئيسية بفروق طفيفة ، بحيث تعبر الجملة كلها عن معنى حملى واحد . وعلى خلاف ذلك قد يحدث أن تبين القضية الرئيسية أن التابعة هى محض إمكان ، أو أنها بعكس ذلك ضرورة ، بحيث يكون المجموع حكما احتماليا أو ضروريا .

غير أن تنظيم الجملة يكون فى أحوال أخرى مختلفا تمام الاختلاف . ويمكن أن يقال بوجه عام إن الجملة إذا كانت تبدأ بكلمة « بما أن » أو بغيرها من الكلمات التى تنبىء بأننا سوف نقدم أسبابا ، فإن القضايا التابعة تولد القضية الرئيسية ، وتكون هى المكونات التى تنتج عنها هذه القضية الرئيسية. وعندئذ لن تعبر الجملة عن حكم مركب ، بل عن استدلال .

والاستدلال اسم يطلق على تنظيم منطقى يتألف من أحكام مكونة تولد حكما ناتجا ، ويسمى هذا الحكم الأخير «بالنتيجة» ، والمكونات «بالمقدمات» فإذا قلت مثلا : « بما أن سقراط إنسان فهو فان » تكون القضية الأولى هى المقدمة ، والثانية نتيجة . غير أن اللغة فيها معنى التقدير والحذف فى معظم الأحوال ، وهى تنطوى على قدر غير قليل من المعانى الضمنية . فهنا توجد مقدمة أخرى ضمنية هى : وكل إنسان فان .

١٠ — المبادئ العامة للمنطق الاستدلالى :

لن نتحدث هنا عن المنطق الاستدلالى ، إذ يبدو من المستحسن فى رأينا أن نستخلصه من المناهج العلمية . وإنما سنقتصر على بيان مبادئه العامة ، أعنى القواعد التى ينبغى أن يلتزمها التفكير فى استدلاله حتى يتجنب كل خطأ .

وهذه المبادئ ثلاثة ، أولها يضع القاعدة العامة التى يلتزمها الإثبات ، والآخران يضعان قواعد النفى . وتلك هى : مبدأ الهوية ، ومبدأ التناقض ومبدأ الثالث أو الوسط المرفوع .

١ — مبدأ الهوية : وصيغته : ا هى ا أو ا تكون ا . ولكن لكى نفهم هذه الصيغة المقتضبة ، ينبغى علينا أن نفسر الرمز ا وكلمة «هى» [أو فعل الكينونة] تفسيرا صحيحا ، إذ أن المبدأ قد أثار عددا لا نهاية له من التفسيرات الباطلة . وأقدم هذه التفسيرات ينحصر فى اعتقاد أن ا تشير إلى « شىء »، وأن فعل الكون يفيد وجودها ؛ لكن نظراً لأن طبيعة الزمان ليست موضحة فى هذه الصيغة ، بل يبدو أن فعل الكينونة يشير إلى استقلال مطلق بالنسبة إلى الزمان ، فإن ذلك يوحى بتفسير المبدأ على أنه « كل ما يوجد أزلى » ، مما يستتبع أن يكون القلم والمنضدة أزليين ، وهو محال — أو يكون القلم والمنضدة غير موجودين ، ماداما ليسا بأزليين .

ولكن ما قيمة كل ما ليس بأزلى ؟

على هذا النحو فهم الإيليون (مدرسة للفلسفة اليونانية فى القرن الخامس ق . م) مبدأ الهوية ، وانتهوا من ذلك إلى أن الوجود أزلى ثابت ، وأن المتغير ، والذى يخضع للزمان هو «لاوجود» — وذلك فى الحق موقف فلسفى لا يمكن التمسك به .

وإذن فالرمز ا لا يعنى « شيئاً » . أيدل إذن على فكرتنا عن شىء ؟ عندئذ يكون معنى المبدأ « إن فكرة الشىء هى فكرة ذلك الشىء » وفى هذه الحالة لا يكون للمبدأ معنى ، بل قد يكون عائقاً للفكر ، إذن يبدو معبرا

عن شيء : فهو ينهانا عن أن نقول عن فكرة الشيء سوى فكرة هذا الشيء :
فينهانا مثلا عن أن نقول عن القلم إنه اسود. وبعبارة أخرى ، فهو ينهى عن
إصدار أى حكم يكون المحمول فيه مخالفاً للموضوع . ولنلاحظ أن هذا هو
تفسير مدرسة يونانية أخرى ، هى المدرسة الميغارية ، تلامذة سقراط ،
الذين كانوا يمثلون نوعا من الشكاك ويدعون إلى الامتناع عن الحكم .

ولكى نتخلص من هذا التفسير الباطل بدوره ، علينا أن نفهم ا بمعنى
قضية، أو إثبات كامل ، مثل «أكتبُ هذه السطور فى ٢٥ أبريل سنة ١٩٤٢
فى الساعة التاسعة صباحا » . فيكون معنى فعل الكينونة فى ا هى [تكون] ا
هو أن القضية ، بكل ماورد فيها من شروط ، صحيحة على مر الزمان. فسوف
يكون من الصحيح دائماً أنى كنت أكتب هذه السطور فى . . . . وبعبارة
أخرى فالقضية الصحيحة تكون صحيحة أبدا . وهذا يستتبع القول بأن
كل القضايا التى سوف أصرح بها فيما بعد يجب أن تتفق معها ، أو تنتج عنها ،
فمبدأ الهوية إذن يفرض على العقل الاتفاق المطلق مع ذاته ، وهو كفيل بأن
يجعلنا نقول (عند الحاجة) إن القضية تستتبع نتائجها ، إذ لن تكون هذه
النتائج سوى القضية ذاتها وقد حددت بصيغ مختلفة .

وعلينا أن نلح فى تأكيد الشطر الثانى من هذا القول : فنتيجة القضية
هى القضية ذاتها ، ولكن فى صورة أخرى ، أى فى صورة جزئية مثلا .
فإذا قلت : كل إنسان فان، فينبغى لى أن أستنتج منها أن «كل واحد من أفراد
الإنسان » فان (وهذا ما يسمى باستدلال التداخل) ، وذلك عن طريق
تفكيك الحد « كل إنسان » إلى أجزائه « جميع أفراد الإنسان » .

وقد يقال إن هذا أمر ليست له سوى أهمية ضئيلة ، وإن مثل هذا

الاستدلال لا يكون ، ف نهاية الأمر ، سوى ذكر للشيء نفسه مرتين (أى مايسمى بتحصيل الحاصل[1]) . وهذا صحيح ، غير أنه قد يكون من المهم أن نزيد إيضاح جزء من القضية كان قبل ذلك كامنا ، وغير شعورى — وغالبا ما تكون عملية الاستدلال عملية إيضاح .

وفيما عدا ذلك ، فن المفيد أن نستخلص النتائج إن كانت تترتب على «عدة» قضايا متشابكة ، كما هى الحال فى الرياضيات . فعند ما يكون المثلث قائم الزاوية ، فإن القضايا المتعلقة به تترتب على صفاته باعتبار أنه مثلث ، وأنه قائم الزاوية .

٢ — مبدأ التناقض : « ا ليست لا ا » . والملاحظة التى قلناها فى المبدأ السابق بشأن معنى ا تسرى على هذا المبدأ أيضا . أما « لا ا » فتعنى نفى القضية ا أو ، كما يقال « نقيض » ا ، مثل « ليس من الصحيح انى أكتب .. الخ » . ويميز المناطقة بين المتناقضين والضدين . فبينما يكون النقيض نفيا للقضية ، يكون الضد مقابلها . فإذا قلت « كل إنسان فان » ، كان نقيضها هو « ليس صحيحاً أن كل إنسان فان » ، ومن هذا ينتج أنه « ليس بعض الناس فانين » بينما الضد هو « لا إنسان فان » .

فمبدأ التناقض يعنى أن النقيضين لا يصدقان معاً . وبعبارة أخرى ، إذا أثبتنا قضية لا يمكننا أن ننفيها فى الوقت نفسه .

٣ — مبدأ الثالث أو الوسط المرفوع : « ليس ثمة وسط (أو ثالث) بين ا ولا ا » أى أن النقيضين لا يكذبان معاً .

---

(١) انظر فى الفصل الثانى عشر ، قسم ١٢ المعنى الذى يضفيه المنطق الحديث على هذا اللفظ .

ويسمى هذا المبدأ أيضا بمبدأ التردد بين احتمالين « L'alternative » . والتردد بين احتمالين هو ما يصـــدر عنه حكم انفصالى(1) . فإذا ما كونت قضيتان ترددتا بين احتمالين ، فلا يمكن أن تكذبا معاً ، ولكن لابد أن تصدق إحداهما . وعلى ذلك ، فإذا أثبتنا بطلان قضية من هاتين القضيتين ، كانت الثانية صحيحة بالضرورة .

وهذا المبدأ يستخدم فى ذلك النوع من الاستدلال الذى يسميه علماء الرياضة باسم « استدلال التفنيد » « raisonnement par l'absurde » .

١١ — أخصب أجزاء المنطق هو فلسفة العلوم :

يكتسب المنطق أهمية جديدة إذا ما طبق على العلم بدلا من اللغة .

والحق أنه يوجد اختلاف مزدوج بين منطق اللغة ومنطق العلم :

١ — فاللغة تفتقر إلى الدقة ، وكثير من ألفاظها — ومن بينها ألفاظ غاية فى الأهمية — تحمل أكثر من معنى . ولقد ذكرنا من قبل أن المنطق

(1) ينبغى عدم الخلط بين التردد بين عدة احتمالات وبين استدلال الإحراج dilemme . فالتردد بين عدة احتمالات حكم لا ينتج عنه شىء مباشرة ، أما الإحراج فهو استدلال يستخلص من التردد بين احتمالين النتيجة القائلة إن الفرضين (أو أى عدد آخر من الفروض) يرتدان عملياً إلى شىء واحد . وعلى هـذا النحو يستدل « ماثان » Mathan فى « أتالى » Athalie (الأبيات ٥٦٣ — ٥٦٦) .

إن كان ينحدر من أبوين عظيمين ،

فسوف يعجل مصيره الرائع بضياعه ؛

وإن كان القدر قد شاء أن يضعه ضمن العامة المغمورين

ففيم يهم أن يسكب بالصدفة دم وضيع ؟

يدرس بوجه خاص معنى الكلمات التى تدل على روابط منطقية ، وبخاصة روابط العطف [Conjonction] . ولكننا نجد حرف العطف « أو ou» ينطوى فى اللغة الفرنسية على معنى مزدوج : فهو يشير فى الغالب إلى تردد بين احتمالين ، أو إلى انفصال حقيق ، مثل : النصر أو الموت ؛ ولكنه يكتنى فى أحوال أخرى بالإشارة إلى مجرد الاختيار دون اكتراث : الساعة الثانية أو الثالثة ؛ ولقد ميزت اللغة اللاتينية ما تركته اللغة الفرنسية غير محدد : فنى الحالة الأولى يستعمل فى اللاتينية الحرف aut ، وفى الثانية الحرف vel أو sive ، ويعنى « إذا شئت si tu veux » . ومن الواضح أن هذين الاستعمالين ليسا متساويين إطلاقاً فى نظر المنطق .

أما العلم فيستخدم لغة بلغت من الدقة حداً هائلا ، هى لغة الرياضة ، التى أدى إعدادها منذ أكثر من ألنى سنة إلى حذف كثير من ضروب اللبس . وحسبنا دليلا على ذلك تلك التفرقة التى يستطيع الرياضيون تقريرها بين القضايا « المتبادلة [les reciproques »] وبين القضايا العكسية [les inverses] وهى التفرقة التى لا تلحظها اللغة المتداولة .

٢ — ليست اللغة « صحيحة » فى ذاتها ، بل تقتصر على أن تأتى بأداة يمكن كشف الحقيقة عن طريقها ، فى حين أن العلم يشتمل على عدد هائل من القضايا التى تتحقق يوميا ، وتكون نبعا من الحقائق المادية ما علينا إلا أن ننهل منه .

ومن ثم فإذا كان الأمر متعلقا بالعلم فليس للمرء أن يتساءل : أهو صحيح ؟ إذ أن السؤال ذاته لا يمكن أن يوجه . وحسب المرء أن يتساءل :

كيف أصبح العلم صحيحا ؟ أو كما يقول « كانت » فى كتابه « المقدمات : Prolegomènes » كيف تكون الرياضة ممكنة ؟ وكيف يكون العلم علم الطبيعة المحض ممكنا ؟[1].

وهذا السؤال المزدوج هو الذى يلخص « فلسفة العلوم » .

ويطلق اسم فلسفة العلوم على شكل من أشكال المنطق ، يطبق على العلم التحليل النقدى الواعى . وتمر فلسفة العلوم بالمراحل الآتية :

١ — تاريخ العلوم : وهذا الشكل الخاص من أشكال التاريخ يتميز بأنه على قدر من الصعوبة ، إذ يقتضى أن يجمع الشخص الواحد بين ثلاث شخصيات مختلفة كل الاختلاف : شخصية المؤرخ ، وشخصية العالم بطبيعة الحال ، وشخصية الفيلسوف أيضاً ، لأن الجدير بالاهتمام فى تاريخ العلوم ليس هو تقدم نتائجها ، بل هو تطبيق المناهج ، أو بعبارة أصح ، إعداد العقل للمناهج خلال مواجهته للواقع . على أن العالم يميل إلى أن يقصر اهتمامه على النتائج ، وعلى الحالات المتعاقبة التى تمر بها مسألة ما ؛ بل ربما ازداد تخصصا ، فاكتفى بالحالة الأخيرة لهذه المسألة ، أما الفيلسوف فيؤثر أن يفحص الصراع الأبدى بين العقل والأشياء ، والدروس الدائمة التى لا يمحى تأثيرها ، والتى تستخلص من كتابات عالم عبقرى قديم ؛ مثل « رسالة فى المنهج » لأرشميدس (القرن الثالث ق . م) أو « المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية » لنيوتن (١٦٨٧) . ونقول بعبارة أخرى إن تاريخ العلوم يبدو فى نظر الفيلسوف ، عرضاً للعلم فى حالة نشأته .

---

(١) Prolégomènes à toute métaphysique future... etc Trad. Gibelin. Paris (Vrin) p, 39

٢ — مناهج البحث العلمى : هى الدراسة الفكرية الواعية للمناهج المختلفة التى تطبقها مختلف العلوم تبعاً لاختلاف موضوعات هذه العلوم .

وسوف نخصص الجزء الأكبر من هذا الكتاب للبحث فى المناهج ، وسنستخلص الأمثلة التى سنوردها من تاريخ العلوم . وسوف تتاح للقارئ فرص عديدة للإلمام بهذا التاريخ .

٣ — الإبستمولوجيا [النقد العلمى للمعرفة] : وتدرس المنهج «العام» للعلوم ، والعمليات العامة التى يطبقها العقل البشرى على العلم .

٤ — كان من الممكن أن تتوج هذه الدراسة « بنظرية فى المعرفة »[1] وهذا الاسم يطلق على التقدير النقدى الذى يحدد قيمة المعرفة البشرية وحدودها. ولاجدال فى أننا لن نمتنع ، خلال هذا الكتاب ، عن إصدار أحكام تقويمية على الطرق الخاصة التى تستخدمها العلوم المختلفة ، أو على الطرق العامة التى يتبعها العقل البشرى . وذلك لأننا قد ذكرنا أن المنطق معيارى ، فله الحق إذن فى أن يقدّر الاتجاهات التلقائية للعقل ويصلحها . وفضلا عن ذلك كله ، فإن إدراك منهج ما عن وعى ، وتقديره فى تفاصيله ، وإصلاحه، ثلاث عمليات مرتبطة ، أوهى على الأصح ، عملية واحدة متصلة. غير أن للتقدير الشامل طابعا ميتافيزيقيا ، فلا تعود له بالمنطق صلة ؛ لأنه لم يعد ينصب على العقل وحده ، وإنما هو خاص بالصلة بين هذا العقل والواقع الذى ينظر إليه فى عمومه ، وفى صفاته الخاصة .

---

(١) ظهر هذا التعبير المرة الأولى بوصفه اصطلاحا فنيا لدى الفلاسفة الألمان فى نهاية القرن الثامن عشر وأواسط القرن الثامن عشر (كتاب Erkenntniss Theorie تأليف إدورد تسلر Eduaard Zeller ١٨٦٢) وتستخدم أيضا فى المعنى نفسه كلمة groséologie ، وإن كنا لا نحبذ استخدام هذا اللفظ .

مراجع

يرجع فى الأقسام من ٧ إلى ١٠ إلى :

Logique de Port - Royal, édition Charles Jourdian, Hachette 1861.

منطق بور رويال . نشرة شارل جوردان فى ١٨٦١ ، وتحتوى هذه النشرة أيضا على كتاب « رأى الثقات فى مادة الفلسفة ، والروح الهندسية ، وفن التفكير» ، تأليف باسكال

L'autorité em matière de philosophie, lésprit géométrique et l'art de penser.

وإلى رسالة المنطق لجوبلو (طبعة كولان سنة ١٩١٨) مقدمة والفصول الثمانية الأولى .

(Goblot, Traité de logique (Colin 1918)

وإلى كتاب إلياس رابييه « دروس فى الفلسفة الجزء الثانى المنطق

(Elie Rabier, Leçons de philosophie, II L,ogique (Hachette)2e édition, 1888.

وفى القسم ١٢ يرجع إلى :

Lalande : Lectures sur la philosophie des scieneee (Hachette)

لالاند : مطالعات فى فلسفة العلوم .

Ferdinand Gonseth : Q'est-ce que la logique(Hermann)

فردنان جونست : ما المنطق ؟

الفصل الثالث

الروح العلميّة

إن الروح العلمية وليدة حب الاطلاع الذى يدفع العالم إلى جمع الظواهر التى تثير اهتمامه . ويجب أن تجمع هذه الظواهر بصبر ودقة . وفى كثير من الأحيان يقتضى البحث عنها شجاعة ؛ إذ ينطوى على مخاطرات . وفضلا عن ذلك فإن المضى فى هذا البحث يقتضى نزاهة هى ألزم لوازم روح النقد .

ولكن ينبغى أن يكمل الخيال الروح العلمية ؛ إذ ليس ثمة علم لا تتدخل فيه فروضنا وتفسيراتنا لما يقع تحت الملاحظة . غير أن هذا الخيال يختلف فى نوعه عن خيال الفنان ، وإن لم يكن أقل اتساعا لدى العالم منه لدى الفنان . وإذن فبعض الصفات التى تعد قواما للروح العلمية « خارجة عن المجال العقلى » . وهى تنتمى إلى مجال الأخلاق بوجه خاص . ومع ذلك فمن الخطأ أن نعتقد أن العالم لا يعدو أن يكون إنسانا أمينا يتميز بقدر كبير من الدقة . فالعلم ينطوى على تحصيل غير قليل ، يكتسبه العالم عن طريق الثقافة العلمية ؛ بل عن طريق الثقافة الفلسفية والجمالية أيضا .

وفضلا عن ذلك ، فالروح العلمية تفترض التسليم بمعتقدات خاصة تعبر عنها بعض المبادىء ، مثل مبدأ الحتمية [Déterminisme] الذى يستبعد فكرة الجبر المحض fatalisme ويستبعد ، على نحو ما ، القول بالصدفة hasard (إذ أن حساب الاحتمالات ليس حسابا للصدفة ؛ بل هو حساب لما تتضمنه الصدفة الظاهرية من حتمية معروفة) . وللعلم مبدأ آخر هو مبدأ النسبية ، الذى

أدى إلى كشوف هامة والذى أصبحت له ، فى أيامنا هذه ، أهمية خاصة .

١ — العلم يبدأ بالدهشة وحب الاطلاع :

يقول أفلاطون : إن إيريس Iris هى ابنة تاوماس Thaumas. والمعنى الذى يرمز إليه هذا القول عنده هو أن العلم وليد الدهشة . ولكن الدهشة تترك الناظر مذهولا ، عاجزا عن الفهم ، لو لم يشعر بعد دهشته الأولى برغبة فى تأمل الأشياء بأعين جديدة، ولولم يستشعر ، بوجه خاص ، الرغبة الشديدة فى أن يرى الأشياء ابتداء من تلك اللحظة ، فى هذا الضوء الجديد ، الذى يجعلها تبدو على ما هى عليه حقيقة ، وتتهيأ للكشف عما تخفيه من أسرار . وإذن فالدهشة ينبغى أن يعقبها حب الاطلاع .

على أن حب الاطلاع انفعال عظيم التعقيد ، ينتهى إلى أفعال وعادات تختلف فيما بينها اختلافا كبيراً ، وتتفاوت قيمتها تفاوتا عظيما. فقد يرغب المرء فى معرفة كثير من الأمور ، وقد يرغب ، من ناحية أخرى ، فى محاولة إجادة معرفتها والتعمق فيها . وأهم من ذلك ، أن بواعث حب الاطلاع تتفاوت إلى حد بعيد . وعلينا أن نميز فيها ، بوجه خاص ، بين حب الاطلاع الشرير ، الوقح ، الفضولى ، الذى يستهدف إشباع غرائز دنيئة ، أو يرمى ، فى الأغلب ، إلى مجرد زيادة القوة الاجتماعية لمن يضطرب وجدانه بمثل هذا الانفعال ، وبين حب الاطلاع السليم النبيل . فهدف هذا النوع الأخير هو القوة أيضاً ، غير أنها ، فى هذه الحالة ، قوة عملية أو قوة عقلية فقد يعلم المرء لكى يؤثر فى الأشياء ، ولكنه قد يعلم أيضاً لمجرد العلم . وهدفنا هو الحديث عن هذا النوع الأخير من المعرفة وحب الاطلاع ،

فهو أنق الأنواع وأرفعها ، وهو الروح الكامنة فى بقية الأنواع جميعها ، والدافع المبرر لها .

ولكن كيف تفسر الرغبة الشديدة فى المعرفة من أجل المعرفة ؟ إنها تفسر عن طريق ذلك الإحساس النشوان الذى يمل به الإنسان عندما امتد نطاق شعوره ، ودفعه الحماس إلى الارتفاع بوجوده الباطن إلى قمم الكون ، أو على الأقل إلى قمم يمكنه أن يتأمل منها آفاقا بلغت من الاتساع حداً يدعو إلى الدهشة . فازدياد معرفة المرء يعنى بالنسبة إليه مزيدا من الوجود ، دون أن يكون ذلك على حساب الآخرين ؛ إذ أن المعرفة تتداول دون أن يطرأ عليها نقصان ؛ بل قد تتوافر لها كل فرص الازدياد عن طريق النقد والتعاون المتبادل .

٢ — حب الاطلاع يدفع العالم إلى جمع عدد لا يحصى من الملاحظات عن الظواهر : —

إن العملية الأولى التى يتجه إليها العالم مدفوعا بحب الاطلاع العلمى ، هى أن يجمع أكبر عدد ممكن من الظواهر التى لوحظت بدقة . فالعلم يكوّن قوائم للظواهر ، فالملاحظات الفلكية ترسم خريطة للسماء تزداد تعقدا على الدوام . ومعامل الطبيعة والكيمياء تضع جداول تسجل فيها خصائص الأجسام المعروفة ، التى تمتد قائمتها باستمرار . ومعامل التشريح تمضى فى تشريحات تحفظ نتائجها على هيئة رسوم ، أو صور شمسية ، أو قطع محفوظة . فهى تزيد عدد مجموعاتها ونماذجها النباتية ومتاحفها . وتمكن الرحلات الاستكشافية والبعثات التى تجوب كل مكان على سطح الأرض من زيادة ذخائرها .

ولقد حبذ الوزير الانجليزى فرانسيس بيكن (١٥٦١ — ١٦٢٦) ، وهو أحد طلائع العلم الحديث ، هذا البحث الدائب عن الظواهر ، الذى أطلق عليه ، بأسلوبه التشبيهى الشاعرى ، اسم صيد « پان »[1] [Pan]

٣ — الملاحظة تقتضى خضوعا تاما للواقع ، وبالتالى نزاهه وصبرا :

فى هذا الصيد تتكشف براعة القائم بالملاحظة ، ومهارته وإخلاصه . غير أنه يقتضى ، على الأخص ، دقة وأمانة ، وهما صفتان أخلاقيتان لاغنى عنهما .

فينبغى أولا أن تلاحظ الظاهرة فى ظروف تستبعد كل احتمال وتقضى على كل مظنة للشك — فقد حدث أن خـــدع المزيفون بعض العلماء ، فأوهموهم أنهم كشفوا آثارا من عصر ما قبل التاريخ أعدت ببراعة ، أو عرضوا عليهم قطعا أثرية مصنوعة ، أو وثائق لسجلات ملفقة ، زيفها مقلدون بارعون . وتلك بلاشك حالات استثنائية ، وقع فيها العلماء عن طوية سليمة ، وأثارت بعض الضجة فى الرأى العام ، ولكن سرعان ما اختفت أو زال تأثيرها بفضل النقد المتبادل الذى يمارسه العلماء كل على أبحاث الآخرين ، ولم يلحق بالعلم ضرر بسبب ذلك .

فالظاهرة الأصيلة ، لا « المزيفة » ، ينبغى أن تقرر وتوصف بأمانة كاملة ، ذلك بأن حب الاطلاع لدى العالم إنما هو انفعال ، وهو قد يشوه نظرته إلى الأمور ، شأنه فى ذلك شأن أى انفعال آخر . إذن ينبغى للعالم

(١) پان هو ابن هرمس ، فى الأساطير اليونانية ، وكان يجوب المراعى بحثاً وراء صيد . وأطلق الاسم فيما بعد رمزاً للكل ، وللكون بأكمله . (المترجم) .

أن يتحلى بصفات التواضع والصبر والنزاهة حين يلاحظ الظواهر ويصفها على ما هى عليه ، لا كما يتمناها أن تكون .

كذلك تتطلب الملاحظة العلمية صبرا لا ينفد . فإن عالم الفلك الدانمركى « تيكو — براهى Tycho- Brahe (١٥٤٦ — ١٦٠١) وكان ثريا ومن أسرة نبيلة ، خصص ثروته وهدايا الملك « فردريك » من أجل تشييد معمل يحتل جزيرة بأسرها فى الأرخبيل الدانمركى ، هى جزيرة هفين Hveen قرب الزينيور Elseneur وأسمـــاه « مدينة أورانى » أو إلهة الفلك [Uranieborg] ؛ وظل طوال عشرين عاما ، وبمعونة تلاميذه العشرين ، يجمع ملاحظات أكملها بعد ذلك فى هلشتين Holstein ، تحت رعاية الأمبراطور « رودولف » حين طرد من البلاد ، فاضطر إلى مبارحة جزيرته ومعداته ووطنه الأصلى . ثم اتخذ لنفسه معاونا أصبح بعد ذلك خليفة له ، وهو كيلر (١٥٧١ — ١٦٣٠) . وبعد وفاته ، استغل كيلر ملاحظاته ليحدد مدار كوكب المريخ . وكان يظن فى أول الأمر أن هذا المدار دائرى ، ولكن الظواهر كذبت هذا الظن ، والحق أن هذا التكذيب كان بفارق ضئيل للغاية ، هو فارق ثمان دقائق فى القوس ، أى ربع القطر الظاهر للشمس . ولكن ، كما قال كبلر : « إن الكرم الالهى قد جعل لنا فى شخص « تيكو » ملاحظا بلغت دقته حدا يستحيل معه أن نتصور خطأه فى ثمان دقائق » . وهكذا عاد إلى البحث عن المدار الحقيقى للمريخ ، وبعد عناء دام تسع سنوات « كاد يبلغ حد الجنون » ، جرب فى خلالها تسعة عشر مدارا مختلفا ، اهتدى أخيراً إلى المدار البيضى ، واستطاع أن يضع « قانونه الأول » المشهور ونصه « إن كوكب المريخ (وفيما بعد طبق هذا القانون ذاته على

كل الكواكب) يرسم مدارا بيضى الشكل تقع الشمس فى أحد مركزيه »[1].

ومن هذا المثال يتبين لنا أن العلم يتطلب صفات أخلاقية ، وينطوى على نوع من الزهد . فى النصف الثانى من القرن السابع عشر ، كانت قد توافرت للعلماء منظارات فلكية رائعة ، ولكن كان يصعب استخدامها إلى حد بعيد : فقد كان للهدف مثبتا فى طرف عصا تدور حول محور رأسى . وكان على المرء أن يوجه الهدف إلى النجم عن طريق إدارة العصا ، ثم يتأمل ، من خلال عدسة تمسك باليد ، الصورة الحقيقية التى يصل إليها على هذا النحو . وكانت هذه الآلة الفجة هى التى استعملها أبناء أسرة كاسينى Cassini [2] بالليل فى حدائق مرصد باريس ، وقضوا السنين الطوال يجمعون ملاحظاتهم وأقيستهم التى أدت إلى تطبيق قوانين كيلر الثلاثة على كل الكواكب وعلى توابعها ، فوضعوا بذلك أساس علم الفلك الحديث[3].

---

(١) Gaston Laurent : Les grands écrivains scientifiques p. 8,9. يمكن الرجوع إلى الروائى الألمانى « مكس برود Max Brod من أجل قراءة القصة الروائية التى توضح العلاقات بين تيكو وبين كيلر ، وقد ترجم « جورج لاشتو Georges Lacheteau هذا الكتاب إلى الفرنسية بعنوان « الفلكى الذى اهتدى إلى الله » (Paris, Editions du siècle, 1932).

(٢) هى أسرة فرنسية من أصل إيطالى اشتهر أبناؤها بأبحاثهم فى الفلك وفى المساحة ، وكان لهم دور كبير فى رسم الخرائط الفلكية والجغرافية . وظل أبناؤها يتوارثون هذه المهنة منذ أوائل القرن السابع عشر حتى أواسط القرن التاسع عشر (المترجم) .

(٣) انظر وصف الآلات الفلكية المستخدمة فى عصر أسرة كاسينى فى كتاب : Hanotaux : Histoire de la nation française (plon) t. xlv p. 198 – 201.

٤ — الملاحظة العلمية تتطلب شجاعة ، إذ تنطوى على أخطار :

تناقلت الألسن قصة عالم الفلك الذى عاش فى القرن الثامن عشر، وأراد أن يلاحظ كسوف الشمس الذى يسببه الكوكب عطارد ، فأبحر إلى نصف الكرة الجنوبى، الذى يمكنه فيه وحده أن يراه ، فأسره قراصنة ، ولم يطلقوا سراحه إلا بعد سنين عديدة لم يتمكن خلالها من القيام بملاحظاته، وفى آخر الأمر عاد إلى الرحيل إلى الهند ، حيث يستطيع أن يرى الكسوف التالى . على أن العلم يثير من الأهواء العنيفة (أو بتعبير أفلاطون δεινοὺς ἔρωτας ما يجعل من يضطرمون بها أناساً لا يعرف الخوف إليهم سبيلا . فالعالم الفلكى الذى تحدثنا عنه بلغ غاياته دون أن يصاب بضرر بالغ ! . ولكننا نعلم أن كثيرا من العلماء الذين كانوا يدرسون أشعة « إكس » الخطرة فى معاملهم قد أجريت لهم، فى كثير من الأحيان، لعمليات بتر على جانب كبير من الخطورة . والواقع أن الملاحظة العلمية تنطوى أحيانا على أخطار جدية وتقتضى شجاعة بدنية . ويمكننا أن نقول بوجه عام إن المرء عندما يكشف قوة طبيعية أو كيميائية أو بيولوجية مجهولة ، ويشرع فى دراستها ، تكون ملاحظتها أمرا ينطوى على الخطر . فالعالم « كلود برنار » قد عقره حصان كان يجرب عليه آثار المرض الخطير المسمى بداء الخيل . ولا شك فى أن أطباء معاهد باستير المتعددة كانوا يتعرضون لأخطار مميتة وهم يقومون بعملية عزل وجمع ودراسة فصائل « خالصة » (أعنى خطرة إلى أقصى حد) من البكتريا والطفيليات المخيفة التى تسبب الأمراض الوبائية الكبرى : كالتيفوس ومختلف أنواع حمى المناطق الحارة ، والكوليرا والطاعون .

٥ — العمل العلمى يتطلب نزاهة كاملة:

لا يقبل العالم جزاء على كل ما يصادفه من أخطار ، وما يقوم به من أعمال ، سوى المجد فحسب . فمهنة العالم تقتضى إنكارا للذات ، وتتطلب فى الأقل امتناعا عن استغلال علمه من أجل الإثراء . وهكذا يظل العالم فقيرا. والحق أن المهن العلمية ليست هى التى تسمح بصفقات مربحة ، وإنما تعود الأرباح الجمة من التطبيقات الصناعية للعلم . غير أن هذه الأرباح لا تذهب إلى جيب العالم ، الذى تظل أبحاثه نظرية خالصة،أعنى تتجه دائما نحو المعرفة أو « التأمل θεωρία » ، بل تذهب إلى ذلك الذى يحول فكرة علمية إلى جهاز عملى تصنع منه أعداد كبيرة فى مصانع ضخمة، وتتطلب اجتذاب عدد كاف من العملاء ، أعنى البحث عن « أسواق » كما يقولون . وتلك مهمة لا صلة للعالم بها على الإطلاق ، فعليه أن يختار ، وقد اختار التأمل بالضرورة ، والفقر تبعا لذلك .

ولا شك فى أن المجتمعات الحديثة تقدم « إعانات » للعلم النظرى . فهى ترعى المعامل والمراصد ، عن طريق الميزانيات الحكومية أو التبرعات الفردية ، وتخصص للعلماء أرفع أنواع « التكايا» [Sinécures] حسب تعبير الجماعات الدينية القديمة ، (والكلمة الفرنسية Sinécure تعنى العطايا التى تبذل للباحثين من رجال الدين حتى لا تشغلهم أعباء النفوس ، أى دون أن يضطروا إلى الانشغال بها Sine cura) . وتحولت هذه المنح فى الوقت الحالى إلى وظائف للأستاذية لا يتعرض من يقوم بها كثيرا لمظاهر الخضوع. وإنما تتيح له استخدام معامل مزودة بمعدات جيدة . ولكن ما هكذا يكون الإثراء !

أما عن المجد ، فهو يقتضى إنكار اللذات : وهو يأتى عادة بعد انتهاء حياة العالم . بل يحدث كثيرا أن ينسب إلى شخص مجهول : فإذا كان فى وسعنا بوجه عام ، أن نطلق على الكشف العلمى الحديث اسم من اهتدى إليه ، فما ذلك إلا لأن المحدثين قد أصبحوا يتصفون بالحرص الشديد فى الأمور المتعلقة بدقة التسجيل التاريخى . ولكن هذه الصفة حديثة إلى حد ما ، ومن هنا لم تظهر فى المراحل الأولى للعلم ، منذ العصر القديم حتى عصر النهضة ، سوى أسماء غير موثوق منها ، وكثير منها خرافية أو أسطورية . وفضلا عن ذلك فألمع الأسماء فى نظرنا اليوم لم يكن لها مثل هذا الصيت بين معاصريها على الإطلاق .

بل إن على العالم أن يروض نفسه على التضحية بهذا المجد غير المؤكد فى ذاته ، إذا ما ارتكب خطأ ، أو غابت عنه فكرة . فقد كان « باستير » يدعو العالم إلى القيام بتجاربه « ضد فكرته الخاصة » ، أعنى أن ينقد نفسه بل أن يعاديها . وبعد أن فند « باستير » بالتجربة نتيجة التجارب التى زعم « بوشيه Pouchet » أنه قد برهن بها على « التوالد التلقائى » ، أعنى تكوّن الكائنات الحية عن طريق عمليات كيميائية محضة ، قال باستير : «إنى أنتظر وألاحظ ، وأسأل الطبيعة ، وأطلب إليها أن تتفضل بأن تعيد أمامى الخلق الأول من جديد ، فكم يكون ذلك المنظر رائعاً !! غير أنها تظل خرساء[1]» فى هذه التجارب كان « باستير » يعمل إذن ضد ذاته ، إذ أن ميوله الشخصية كانت تتجه إلى النتائج التى ظن «بوشيه» أنه قد وصل إليها . لكن بدت له تجارب «بوشيه» مثيرة للشك ، ومعرضة لنقد شديد ولهذا حرص على تنفيذها بدقة . حقا أن هذا التنفيذ قد جلب له المجد رويدا رويدا ، ولكن كان ذلك على الرغم منه .

---

(١) المرجع نفسه ص ٣٢٢ Laurent

٦ — روح النقد ضرورة للعالم :

كل هذه الصفات العقلية نلخصها كلمة « روح النقد » .

وكلمة « نقد » مأخوذة من اليونانية κρίνειν وتعنى « الحكم » . فروح النقد هى إذن روح الحكم الصائب . فما الحكم ، بالمعنى الدقيق والرفيع لهذه الكلمة ؟ هو أن يتخذ المرء الموقف العقلى للقاضى الذى هو بسبيل إصدار حكم . ومن الواجب أن يكون القاضى غير متحيز . وعدم التحيز يقتضى منه أن يطرح جانبا ميوله الشخصية ، وأن ينتظر بصبر حتى تعرض عليه كل الحجج التى ينبغى له أن يختار بينها . كما أن هذه الصفة توجب على القاضى أن يضفى على كل من هذه الحجج قيمتها الحقيقية ، وأهميتها الفعلية ، دون أن يضيف شيئا إلى تلك التى يقدرها هو شخصيا . وأخيرا فالنزاهة تقتضى أن تظهر كل الحجج فى الحكم النهائى بقيمتها الفعلية ، ويكون تأثيرها معادلا لتلك القيمة .

وعلى ذلك ، فاتصاف المرء بروح النقد ، معناه إذن أن يأخذ على عاتقه أن يفحص كل البراهين التى يمكنها أن توجه القرار فى اتجاه معين أو فى اتجاه آخر فحصا دقيقا ، ودون تدخل من أهوائه ، وأن يعى ذهنه تلك البراهين بمالها من قيمة حقيقية ، وأن يؤلف بينها فى النتيجة النهائية دون إغفال واحد منها . ويتطلب ذلك طاقة أخلاقية كبيرة ، وقدرة على كبح أهواء الذات ، كما يتطلب ذلك النوع من الذكاء الذى أسماه باسكال « بالحس المرهف L'esprit de finesse » والذى يمكنه من أن يجمع كل الحجج الدقيقة والعديدة جدا ، ويجعل لكل منها دوراً ، دون أن يغفل واحدة منها .

وإذن فروح النقد هى بالاختصار «حاسة البرهان» . ولقد كان الباحثون

على حق عندما أضفوا أهمية خاصة على روح النقد فى العلوم التى تتخذ الحقائق البشرية موضوعا لها ، كالتاريخ مثلا ؛ إذ أن الميول والأهواء الشخصية أو الاجتماعية للعالم ترتبط بمجال بحثه ارتباطا وثيقا . فالمؤرخ يجب ألا يكون منتميا إلى عصر معين ، أو إلى وطن معين . غير أن هذا المطلب يستحيل تحقيقه بمثل هذه الصرامة ؛ إذ أن المؤرخ لابد أن يحب ما يحبه وطنه ، وحزبه ، وعصره ، وأن يكره ما يكرهه هؤلاء . ولكن يجب عليه ألا يحسب لهذه المشاعر حسابا ؛ بل يجب أن يفكر « كما لو كان » وطنه وحزبه غير موجودين بالنسبة إليه — أعنى أن يجعل روحه معاصرة لما يرويه من أحداث .

٧ — من الضرورى أن يكمل الخيال روح النقد :

يتضح لنا مما سبق ضرورة توافر صفة أخرى فى العالم : تلك هى صفة الخيال . وكثيرا ما يقال إن العالم لا ينبغى له أن يكون خياليا ، وأن هذه الصفة هى التى تميزه عن الفنان مثلا . ونحن نسلم بأنه قد يكون للخيال أثر ضار فى تفكير العالم ؛ فقد يعوقه عن رؤية الأشياء على ماهى عليه ، ويفرض عليه آراء وهمية « وأفكاراً سابقة » .

غير أن الخيال يساهم بنصيبه فى المجهود العلمى . وإنه لمن الخطأ اعتقاد أن العلم لا يضيف شيئاً إلى ما يلاحظه . فهو يكشف لنا فيه عن عالم كامل : فالعالم يخمن بأن وراء الاتصال الظاهرى للأجسام المادية أعدادا لامتناهية من الذرات ومركباتها ، تتحرك بسرعة فائقة ، ويفصل بعضها عن بعض حيز مكانى يفوقها امتداداً إلى أبعد حد . كذلك يلمح الفلكى بفكره ،

أن فى السماء التى تزخر بالنجوم مساحات شاسعة مليئة بعدد لا يحصى من العوالم الكبرى ، التى تقع على مسافات يستحيل علينا تصور اجتيازها أو إدراكها . ذلك هو الجانب الشاعرى فى العلم . وهذا الجانب الشاعرى هو الذى خلقه العالم من أساسه . وليس معنى ذلك أن العالم المحسوس ، كما ندركه قد عدم كل جمال ، ولكنا نود أن نشير إلى أن هناك جمالا آخر مختلفا عن الأول كل الاختلاف ، وهو جمال عقلى صرف ، يبتكره ذهن العالم وحده. ولكى يضفى العالم مثل هذا الجمال على الكون ، كان عليه أن يسلبه الجمال المحسوس أولا ، وأن يستبعد شهادة الحواس ، وكأنها حجاب خداع ، ويأبى على الخيال الحسى لذته ، لكى يخلى مكانا للخيال الذى يمكن تسميته بالخيال العقلى .

العلم والشعر : هوميروس وأرشميدس :

لقد قيل إن خيال هوميروس لم يكن له نظير فى العصر القديم سوى خيال العالم الرياضى أرشميدس . ومن المؤكد أن بين هذين العبقريين تشابها غريبا . فقد أضفى هوميروس قيمة شاعرية لا نظير لها على مشاهد الحياة الإنسانية وأفعالها : كأعمال الناس فى الحقل ، وفى المنزل ، ولهوهم ، وقتالهم وأكلهم ، ونومهم : فشعر « هوميروس » هو شعر الخبز والنبيذ . . . أما أرشميدس ، فقد أفهمنا الأدوات البشرية المتداولة ، كالرافعة ومشتقاتها والجاروف ، والملفاف — نقول إنه أفهمنا هذه الأدوات على نفس النحو الذى روى لنا به هوميروس شعر الحياة المنزلية المعتادة .

ولنا أن نقول إن نصيب العلم من الخيال ليس أقل من نصيب الشعر

منه . غير أن الخيال ليس واحدا فى كلتا الحالتين : فخيال العالم يقتضى نوعا من التضحية ، وهو يأبى أن يدين للحواس بشىء ، والجمال الذى يستهويه هو جمال العلاقات المجردة والأعداد . وفضلا عن ذلك ، فالخيال بالنسبة إلى العالم ليس غاية ، وإنما هو وسيلة فحسب . فبينما ينحصر هدف الشاعر أو الموسيقار فى تحريك خيال القارىء أو السامع وهز مشاعره بحيث تتجاوب معه ، ولا يعبأ بالحقيقة ، نرى العالم يولى وجهه شطر الحقيقة . وما « التحقيق » الجمالى — إذا جاز لنا أن نتحدث فى هذا المجال عن « تحقيق » ، بالمعنى المجازى للكلمة — إلا التأثير الذى ينطبع فى نفس القارىء أو السامع. أما التحقيق العلمى فهو الخضوع النهائى للواقع . فنتائج الخيال العلمى تندمج فى الواقع ، وهى لحمته وسداه فى نهاية الأمر ، وليس من مهمة العلم أن يصنع الجمال ، وإنما أن يصل إلى الحقيقة . وإذا كان للحقيقة جمالها ، وإذا كانت تؤثر أن يكون من يقدسها محبا للجمال ، فإنها تتطلب منه — بكل صراحة — أن يكون على استعداد للتضحية من أجلها بكل ما قد ينطوى عليه الجمال من إغراء . فقد يكون هذا البرهان أو الحل الرياضى « رشيقاً » ، وقد تكون تلك الفكرة التجريبية « جميلة » ، ولكنهما يفقدان كل قيمة إذا ما ثبت بعد اكتمال التحقيق أنهما باطلان .

٨ — إذن فقوام الروح العلمية صفات خارجة عن مجال العلم ، وهى على الأخص صفات أخلاقية :

تلك هى النتيجة التى ينتهى إليها جوبلو[1] ، والتى يؤدى بنا بحثنا السابق بأسره إلى أن نؤيد بكل قوة ما تأتى به من عناصر إيجابية . فالعالم إنسان

(١) Traité de logique. § 242.

تبلغ لديه الشجاعة والأمانة العقلية أقصى حدودها ، وهو قاض لا يتطرق إلى نزاهته شك ، وهو ، إذا شئنا ، شاعر بمعنى ما . غير أن هذا لا يكفى ، فى رأينا ، لإيضاح خصائص الروح العلمية ، فمن الضرورى أن تنطوى على شيء لم نذكره بعد .

٩ — الروح العلمية تنطوى أيضا على ثقافة واسعة :

فلنبين أولا أهمية الثقافة. والمقصود بالثقافة أولا مجموع المعارف التى يمكن تسميتها بالمعارف الاحترافية أو المتخصصة، أعنى تلك التى تشمل قدرا معينا من المعرفة يتخذه العالم موضوعا لبحثه . وهذا أمر بديهى ، ولكن قد يكون التنبيه إليه ضروريا ، إذا كان هدفنا ، على الأقل ، هو أن نجرد الجهل من صفة الحياد التى اشتهر بها . فليس جهل المرء لكل شيء هو الذى يمكنه من مواجهة الواقع بروح نزيهة محايدة . وما كان الجهل دعامة من دعائم روح النقد أبدا ؛ بل إن الأمر على العكس من ذلك : فروح النقد صفة رقيقة هشة ، تحتاج على الدوام إلى تقوية وتدعيم مستمدين من التحصيل العلمى . ولا يفهم مدى تعقد الواقع إلا من عرف كثيرا، وجرب كثيرا وقضى على فرص الخطأ. ويصدق ذلك بوجه خاص على العلوم المعقدة التى تتخذ الأحياء والإنسان موضوعا لها ؛ إذ أنه إن كان عباقرة الرياضيات يظهرون قبل الأوان فى كثير من الأحيان ، فإن عباقرة علم الحياة والأخلاق أناس ناضجون دائما . فالرياضى « إفارست جولوا » Evariste Galois » ، الذى مات فى سن العشرين قد وجد وقتا كافيا يبدى فيه عبقريته ، أما « دارون » و «لامارك» فلم يقوما بأى كشف قبل سن الخمسين، كذلك كتب «كانت» نقد العقل «المحض» وهو فى السابعة والخمسين من عمره .

وقد يكون من المستحسن أن يلم العالم ، الذى كرس حياته لعلم خاص ، بالعلوم التى يفترضها ذلك العلم ، فالطبيب مثلا لاينبغى له أن يلم بالبيولوجيا وحدها ؛ بل يجب أن يكون قد مارس الكيمياء ، وعلم الطبيعة نفسه(١).

ويذهب « كلودبرنار » إلى حد أبعد من ذلك ، فهو يوصى من يعد نفسه ليكون عالما ، بأن يتزود من الثقافة الفلسفية والفنية : « إننى ، رغم نفورى من المذاهب الفلسفية ، أحب الفلاسفة حبا جما ، وأجد متعة كبرى فى صحبتهم . . فالفلاسفة يبحثون دائما فى المسائل المختلف عليها ، ويقفون فى مستويات رفيعة ، أى عند الحدود القصوى للعلوم ، وبهذا يضفون على التفكير العلمى حركة تبعث فيه الحياة وتسمو به . . . » « هذا عن الفلسفة ، أما عن الفن ، فهو يقول « إن العلم لا يتعارض قط مع ملاحظات الفن ومعطياته ؛ بل من رأيى أن العكس هو الصحيح ضرورة . فالفنان يجد فى العلم أسسا أرسخ ، والعالم يستقى من الفن حدسا أصدق »(٢)

١٠ — العلم ينطوى على إيمان بمبادىء معينة : —

لقد أضفنا كلا من الخيال وسعة التحصيل إلى الصفات المقومة للروح العلمية ، وهى تلك الصفات التى لها طابع أخلاقى أو خارج عن نطاق العقل فى الأقل . فهل هذه هى كل الصفات ؟ وهل يكفى المرء ، لكى يكون عالما ، أن يكون أمينا شجاعا ، وعلى قدر من الخيال ، وملما بمعلومات كثيرة ؟ كلا : فمازلنا ، بعد ذلك كله على هامش الروح العلمية .

---

(١) هذه الفكرة هى التى أوحت بتنظيم متبع منذ وقت غير قريب ، وهو تدريس العلوم الخالصة فى سنة إعدادية لطلبة كليات الطب .

(٢) Laurent : op. cit. P. 301—302 et 307.

فبعد أن أوضح « كلود برنار » أهمية روح النقد (التي يسميها بالشك الفلسفي) في الوصول إلى الحقيقة ، أبدى هذا التحفظ الهام : « ومع ذلك ، ينبغي ألا يكون المرء شكاكا على الإطلاق ، بل عليه أن يؤمن بالعلم ، أعني بالحتمية ، وبالعلاقة المطلقة والضرورية للأشياء ، سواء بين الظواهر الخاصة بالكائنات الحية ، أو بين كل ما عداها من الظواهر »[1] .

وعلى ذلك ، فالعالم في رأي « كلودبرنار » ليس مجرد ملاحظ أمين شجاع لديه نوع من الخيال وقدر غير قليل من الثقافة ؛ بل هو « مؤمن » . وهذا يؤدي بالمرء إلى أن يرى العلم أشبه بمعبد ، وبالطائفة الدينية التي تتميز بعقائد محددة .

والحق أن هذا الوصف يصدق على العلم إلى حدما . فالعلم مجموعة اجتماعية محددة ، وهو أكثر من أن يكون مهنة . وهو لم يكن موجودا على الدوام ؛ بل إن عمره يتراوح ما بين خمسة وعشرين وثلاثين قرنا ، هذا إذا ربطنا نشأته بنشأة علم الفلك عندالبونان ، ويقصر هذا العمر فيبلغ ثلاثة أو أربعة قرون ، إذا رأينا أنه بدأ مع ظهور علم الطبيعة الحديث . ولا يرجع شهرة العلم ونفوذه إلا إلى القرن الثامن عشر . وهو ينطوي على مجموعة من المبادئ التي ينقلها التعليم من جيل إلى جيل ، ولا تصبح موضوعا لأي شك بالمعنى الصحيح ، وإن كانت تعدل أحيانا ، بحيث يظل تقدم العلم متصلا ومستمرا ، كما قال « پاسكال » في إحدى كلماته المشهورة . إنه نوع

(١) Introduction à l'étude de médecine experimentale. 1re parie, chap. II, Edition scolaire b. Lalo (Hachette) pp. 62--63.

من الدين ، ولكن الأهم من ذلك أنه عقيدة . والعالم قد أقسم يمين الولاء لعدد معين من المبادئ .

١١ — أهم هذه المبادىء ، تأكيد الحتمية :

يبدو أن كلود برنار يسوى بين العلم وبين الإيمان « بالحتمية » . فما الحتمية ؟ إنها مبدأ عبر عنه كلود برنار على النحو التالى : « فى الكائنات الحية ، وفى أجسام الجماد على حد سواء ، تتحدد شروط وجود كل ظاهرة تحديدا مطلقاً »(١) .

ولقد فعل كلود برنار الكثير من أجل تثبيت دعائم علم حقيق « بالكائنات الحية » ، وهذا ما يفسر الجزء الأول من عبارته . والمقصود بالظاهرة حادث يمكن الوصول إليه ، من حيث المبدأ ، عن طريق الملاحظة . ونقول من حيث المبدأ ، لأنه قد يحدث أن تكون حواسنا عاجزة ، من الناحية العملية عن إدراكه مباشرة ، ويكون لزاما علينا أن نلجأ إلى آلات من دون أن نبرح مكاننا (فمثلا ، تسليط أشعة إكس لا يستطيع تسجيله إلا التصوير) أو أن نتصوره من جديد ، بناء على ما خلفه من آثار (ومن هذا القبيل ، كسوف الشمس الذى تنبأ به طاليس ، كما روى لنا كتّاب المذاهب [doxographes] اليونانيون ، وهم مورخو الفلسفة والعلم عند اليونان) ، أو أن نتنبأ به عن طريق تضافر ما لدينا من براهين على وجوده (مثل حركة الأرض ، التى لا نستطيع أن نقررها مباشرة ، وإن كان لدينا عنها عدد كبير من البراهين غير المباشرة) .

---

(١) Introduction · · 2e Partie · chp. I. § V

« وشروط وجود الظاهرة » هى الظواهر التى تسبقها أو تصحبها ، والتى يؤدى وجودها إلى حدوث الظاهرة ، بينما يستحيل أن تحدث فى غيابها : ومن هذا القبيل ، الجراثيم ، والقابلية للإصابة بمرض معد . وهذه الشروط « محددة حتما » (ومن هنا استخدم لفظ الحتمية) ، بمعنى أنها ثابتة على نحو مطلق : وبعبارة أخرى فالظاهرة لا تحدث إلا إذا توافرت هذه الشروط ، ولكنها لابد أن تحدث فى هذه الحالة. وإذن فمن المستحيل أن تحدث الظاهرة إذا لم تحقق هذه الشروط ، ومن المستحيل ألا تنتج إذا ما توافرت . وهذه الاستحالة هى ما يسمى بالضرورة .

١٢ — النتيجة الأولى : ليس هناك قدر محتوم ولا مصير محدد :

كثيرا ما يخلط الناس بين الحتمية وبين الإيمان بالقدر المحتوم ، والمصير أعنى الجبر المطلق . غير أن الحتمية بعيدة كل البعد عن الجبر المطلق ، حتى ليمكن القول بأنها مضادة له بمعنى ما ، وهذا ما جعل « كانت » يستخلص من الحتمية نتيجة هى إنكار الجبر المطلق non datur fatum [1] وليذكر المرء أسطورة « أوديب » فأوديب سوف يقتل أباه ويتزوج أمه ، مهما حدث ؛ ومصير « أوديب هو على حد تعبير « كوكتو » « آلة جهنمية » تؤدى دورها فى اللحظة المحددة مهما فعل . على أن الحتمية لا تؤكد ضرورة وقوع حادث معين مهما كانت سوابقه بل هى تؤكد أن هذا الحادث يتحدد ضرورة «عن طريق» سوابقه . فالجبرى يرى أن الفعل هو الضرورى فهو ، على حد تعبير كانت، ذو ضرورية مطلقة « Catégorique » ، أما المؤمن

---

(1) Critique de la raison pure. trad. Archambault t. I. p. 244.

بالحتمية ، فتهمه العلاقة بين الحادث وشروطه . فالضرورة التى تؤكدها الحتمية ضرورة « مشروطة hypothétique » .

ونتيجة ذلك أن القدر لا رادّ له ، أما الحتمية فهى كما يقول البحارة فى تعبيرهم الطريف — « طيّعة maniable » ، فليس فى وسعنا أن نفعل شيئاً حيال فعل أراده القدر ، وكل محاولة لتجنبه تقربنا منه : فعندما ابتعد أوديب عن هذين اللذين اعتقد أنهما أبوه وأمه ، اقترب ، بقوة لا تقهر ، من والديه الحقيقيين ، والفتى فى أسطورة «لافونتين» يقضى عليه بالفعل أسد مرسوم ، لأنه ظل مبعدا عن الأسد الحقيقية ، بعد أن حكم عليه فى النبوءة بأن أسداً سيقتله[1] . أما إذا أدرك المرء أن الطاعون تسببه جرثومة تنقلها براغيث الفيران ، فعندئذ يمكنه تجنب الطاعون بالحذر من تسلل الفيران ، وبالقضاء عليها ، وبالفعل يمكن الوصول إلى هذه النتيجة .

١٣ — النتيجة الثانية : ليس هناك صدفة non datur casus :

يقول « كانت » بنتيجة ثانية للحتمية ؛ هى نفى الصدفة[2] .

والحق أن فكرة الصدفة أو الاتفاق معقدة محيرة ، لأن لكلمة الاتفاق عدة معان متباينة ، نستبقى منها معنيين :

(١) غياب القصد المدبر (كالصدفة الناتجة عن عدم وجود غاية) .

(٢) غياب السابقة المحدّدة (كالصدفة الناتجة عن عدم وجود علة) .

١ — فعندما تقول إن صديقين تقابلا اتفاقا ، أو إن قالبا سقط من حائط

---

(١) L'horoscope, livre VIII, fable XVI.

(٢) المرجع نفسه ، والصفحة نفسها .

فقتل بالصدفة شخصا مارا ، نعنى بذلك أن المقابلة تبدو مقصودة ما دامت قد وصلت إلى نقطة التقى فيها الاثنان ، وأن سقوط الحجر يبدو منطويا على قصد القتل ، لشدة ما يبدو لنا أنه قد قصد المار المشار إليه بالذات . ولكنا نعلم أن الأمر فى الواقع بخلاف ذلك فما يبدو من قصد مدبر . لايطابق أية حقيقة واقعية . فليس ثمة قوة إلهية هيأت المقابلة ، أو وجهت الحجر . وليس للعلم أن ينكر الصدفة بهذا المعنى ؛ إذ أن الصدفة لاتكون عندئذ شيئاً على الإطلاق . فالكلمة هنا تعنى أنه ليس هناك شىء ، وأنه ليس ثمة أى قصد يبحث عنه .

٣ — ولكن كلمة الصدفة يصبح لها ، فى التعبير القائل « لعبة الصدفة أو الحظ » معنى مخالف للسابق كل الاختلاف ، وأعمق منه كل العمق . فلاعب الورق مثلا « يفنط » أوراق اللعب ويوزعها ، وقاذف العجلة يلقى بها . ولكن ليس هناك صلة بين هذه الحركات وبين توزيع الأوراق ، أو بين ظهور الرقم الرابح : فاللاعب لم يوزع الأوراق بإرادته ، وقاذف العجلة لايستطيع شيئاً حيال الرقم الرابح . فهاتان النتيجتان غير محددتين .

وفى هذه المرة ، ينكر العلم الصدفة . فكل حركة من حركات لاعب الورق أو قاذف العجلة لها ، فى الواقع ، دور فعال فى توزيع الأوراق أو ظهور الرقم . والنتيجة محددة « ومحتومة » . وكل ما فى الأمر أن تركيب المربعات التى تحمل الأرقام ، والطريقة التى يصنع بها الورق ، والتى ينبغى أن توزع بها ، من شأنها ألا تمكن اللاعبين أو القاذف من التحكم فى حركاته ، أو من معرفة ما سوف تأتى به .

الصدفة فى رأى كورنو Cournot : اعتقد بعض الفلاسفة أن فى وسعهم

تأكيد وجود الصدفة وجودا فعليا ، ومن هؤلاء كورنو[١] . « فالصدفة عنده تنحصر فى اجتماع أو تقابل ظواهر تنتمى إلى سلاسل مستقلة فى نظام العلية ». فسقوط الحجر مثلا يكون هو وسوابقه وشروطه (تماسكه الواهى بالسقف ، هبوب الريح فى اتجاه معين ، وفى لحظة معينة ، وانخفاض الضغط الجوى) سلسلة حتمية تماماً . ومن جهة أخرى ، فإن مرور السائر عاثر الحظ يكون هو وسوابقه وشروطه (رغبته فى النزهة أو الذهاب إلى عمله) سلسلة أخرى حتمية كالسابقة ، وتقابل السلسلتين هو الذى لا يخضع للحتمية ، مادامت السلسلتان مستقلتين ، ولا تخضعان لنفس الحتمية : فالحتمية الأولى خاصة بالظواهر الجوية ، والثانية نفسية . وبالمثل ، لحركة قاذف العجلة تبدأ سلسلة حتمية تؤدى إلى ظهور رقم معين . ولكن هذه الحتمية ، وهى آلية تماماً ، تنتمى إلى نوع من الوجود مخالف لذلك الذى تنتمى إليه تلك الأفكار والرغبات والتقديرات التى دفعت اللاعب إلى أن المراهنة بنقوده على رقم معين . ولنذكر هنا أيضاً كلمة « باسكال » المشهورة : « لو كان أنف كليوباترا أقصر قليلا لتغير وجه الأرض »[٢] . فأنف كليوباترا ناتج عن حتمية تشريحية ، وراثية . والصدفة تتمثل فى لقاء كليوباترا مع أنطوان . فقد كان انطوان بمعنى ما ، ممثلا لحتمية أخرى ، هى حتمية تاريخية وسياسية . وأدى تقابل هاتين الحتميتين إلى وقوع أنطوان فى الحب ، وتخلفه عن أكتيوم ، وخسارته للمعركة ، وأخيراً تأسيس الإمبراطورية الرومانية التى دامت قرونا متعددة .

---

(١) أنطوان أوجستان كورنو Antoine — Augustin Cournot (١٨٠١ — ١٨٧٧) .
Matérialisme, vitalisme, rationalisme (Hachette 1923) p. 219—286.

(٢) الفقرة ١٦٢ خواطر باسكال .

وتمتاز فظرية «كورنو» بأنها تُرجع مختلف تعريفات الصدفة إلى تعريف واحد . فليس ثمة إلا اتفاق واحد . هو تقابل سلاسل مستقلة . والنظرية لا تنكر الحتمية بالمعنى الصحيح ، بل تجزئها ، وتفصلها إلى سلاسل ، وخيوط متميزة. لكن لنا أن نتساءل هنا : هل هذا الفصل مشروع ؟ الحق أنه يبدو كذلك للوهلة الأولى ؛ لأن البحث العلمى لاينصب فى الواقع إلا على سلاسل تسير فى خطوط مستقيمة. فالعلم يمضى عن طريق فصل الظواهر الواقعية بعضها عن بعض . وهذا الفصل ينتهى إلى تكوين «حتميات» تكفيه مؤقتا ، ولا يشعر تجاهها بالحاجة إلى بحثها وإلى تأكيد وحدتها تبعاً لذلك . والحق أن الفلسفة أكثر طموحا فى هذا الصدد ؛ إذ أنها تسعى إلى الوحدة ، ولاتستطيع أن تتصور سوى حتمية واحدة ، تسمها بالكون . وهى لا تعرف سلاسل مستقلة ، مادام الكون واحدا . قد يقال إن تلك نظرة ميتافيزيقية. لكن كثيراً ما يحدث أن يصبح ما كان ميتافيزيقيا بالأمس علماً فى الغد ، بل اليوم[1] . وهذه هى الحال هنا . ففكرة الكون لقد أصبحت فكرة علمية ، كما سنرى فيما بعد . على أن هذه الفكرة تقتضى أن يرتبط كل شىء ، وأن يكون استقلال السلاسل مجرد وهم ، يطابق حالة مؤقتة من حالات البحث العلمى .

إذن نستطيع القول ، مع اسبينوزا ، بأن «الشىء لايسمى احتماليا (أعنى ناتجا عن الصدفة والاتفاق) إلا لعدم كفاية معرفتنا»[2] .

---

(١) يمكننا أن نرى لذلك مثلا طريفاً إذا درسنا فكرة النسبية .

(٢) tEhique. lère partie. Prop. 33. scolie.

١٤ — تأكيد الحتمية هو الذى يمكن من حساب الاحتمالات :

إن الذى يبقى على الاعتقاد بحقيقة الصدفة (بمعنى غياب العلة) هو تفسير باطل لحساب الاحتمالات . والمقصود بحساب الاحتمالات مجموعة من المبادئ الرياضية تسمح بتحديد فرص وقوع حادث اتفاقى . فيبدو إذن، لأول وهلة، أن الرياضة ذاتها تبرر الصدفة ، ما دامت تقيسها . وسنرى أن الأمر بخلاف ذلك تماماً ، وأن حساب الاحتمالات ليس حسابا للصدفة ، بل هو على العكس من ذلك حساب لحتمية مجهولة جزئيا ، عن طريق عناصر منها نستطيع معرفتها .

فلندرس تطبيق هذا الحساب على الألعاب التى تعتمد على الصدفة .

ولنسلم أولا بقواعد اللعب (٥٢ ورقة ، أربعة لاعبين ، ١٣ ورقة للاعب مثلا) . ولنحسب عدد التأليفات الممكنة كلها ــ وفى الرياضة جزء يسمى بالعنصر التأليفى Combinatoire ، يمكن من القيام بهذا الحساب — ثم نبحث من بين هذه التأليفات عن تلك التى تؤدى إلى نتيجة معينة (كوجود ثلاثى الآس لدى لاعب واحد مثلا) ثم نحدد عددها هى الأخرى ، ونبين نسبة هذا العدد الأخير إلى العدد الكلى . وتسمى تلك باسم نسبة احتمال اللعبة المذكورة (كثلاثى الآس مثلا) . فلنفرض أن هذه النسبة تدوّن على النحو $\frac{ا}{ب}$ ، عندئذ نقول إن هناك من الفرص $\frac{ا}{ب}$ فى أن يجد اللاعب ثلاثى الآس بين أوراقه . وكلمة « فرص » ليست لها أية دلالة سحرية ، بل تعنى « نسبة التأليفات » فحسب . وليس فى وسع هذه النسبة أن تتنبأ بما إذا كان

اللاعب سوف يهتدى إلى ثلاثى الآس فى الدورة القادمة من ألعابه ؛ بل هى لا تسمح بأن نعلم بعدكم من الدورات سوف يهتدى اللاعب إليه . ولكن إذا ما لعب عدداً كبيراً جداً من الدورات ، فإن النسبة الفعلية والنسبة النظرية تتطابقان . وذلك هو ما يسمى « بقانون الأعداد الكبيرة » .

وعلى ذلك ، فحساب الاحتمالات يفترض حتمية حقيقية وراء الصدفة الظاهرية . وهو يطبق على الطبيعة كلما أعوزتنا معرفة الحتمية المفصلة ؛ لأن العوامل المقوّمة للحتمية صغيرة إلى حد كبير ، أو تؤثر تأثيراً سريعاً جداً ، وإن كنا نعرف القانون الذى تخضع له . فكتلة الغاز المحصورة فى قنينة من الزجاج تتكون من عدد كبير من الجسيمات . ولا يمكننا الاهتداء إلى حركة كل من هذه الجسيمات ، لأننا لا نعلم تفاصيلها ، وإن كنا نعرف قانونها : ففى وسعنا أن نعلم الطريقة التى سوف تتجمع بها كل القيم الممكنة للتفاصيل لتكوّن كلا ، وأن نحسب المجموع الكلى : وهذا المجموع هو الصدمة الكلية على جدران القنينة ، وما ينتج عنها من ضغط . وذلك هو ما تقوم بحسابه « النظرية الحركية للغاز » التى وضعها كل من « جبس Gibbs » و « بولتزمان Boltzmann فى سنة ١٨٧٠ » .

١٥ — المبدأ الثانى الذى تستلهمه الروح العلمية ، هو مبدأ النسبية :

إن الحتمية هى حقاً مبدأ العلم ، ومحور الحتمية هو فكرة الضرورة . ولكن نظراً لعدم وجود الجبرية ، فإن الضرورة لا تتعلق بالحوادث ذاتها إذا شئنا الدقة ، وإنما بالشروط التى تحيط بها ، وبعلاقاتها . فهى إذن « نسبية » أعنى أنها صفة للعلاقات ، لا للحوادث ذاتها .

والحق أن فكرة العلاقة قد تكونت بصعوبة كبيرة . فاليونانيون

قد أدركوا أهميتها ، ونحن نعلم أنهم أسموها πρός τι ، وهذا هو اسم المقولة الرابعة من مقولات أرسطو . غير أن العلاقة عندهم كانت تعبر عن مقارنة كمية يستخدم « أفعل تفضيل » لتحديدها ، أو هي رابطة غير محدودة بين صفة نشعر بها ، وبين حساسية الذات التي تدرك (فيقال مثلا إن من لديه الصفراء ي كل شيء أصفر اللون ، أو أن المصاب بعمى الألوان ، يتساوى لديه الأخضر والأحمر) . ونتيجة ذلك أن النسبية كانت تعد إحدى حجج الشك . والحق أن النظر إلى الأمور من وجهة النظر النسبية يجعل من المحال القول بوصف مطلق : فسقراط ليس طويلا ولا قصيراً ، بل هو « أطول » من تيتاتوس ، و « أقصر » من القبيادس . والكريز الناضج ليس أخضر ولا أحمر ، بل هو أحمر « بالنسبة إلى » ذي الإبصار السليم مثلا ، وأخضر وأحمر معاً بالنسبة إلى المصاب بعمى الألوان الجزئي .

١٦ — الرياضيات والنسبية العلمية :

وقد كانت الرياضة هي التي حررت العقل إذ أعانته على تكوين فكرة صادقة . ذلك لأن العلاقة في الرياضة موضوع . ولقد كان اليونانيون هم الذين كونوا فكرة اللوجوس [Logos] وعرفوها ، وكانوا يعنون بها العلاقة الرياضية $\frac{أ}{ب}$ ، بل «التناسب» ἀναλογία وتساوي العلاقات $\frac{أ}{ب} = \frac{ج}{د}$ ، واستخلصوا النظرية المعبرة عن هذه الأفكار . وذلك هو موضوع الكتاب الخامس لإقليدس . وألقيت على عاتق العصر الحديث مهمة تعميم هذه الفكرة على نحو يكفي لتحويل النسبة إلى « دالة » fonction . ويعرف

ديكارت فى « المقال فى المنهج » علما رياضيا (الرياضة البحتة والمجردة mathesis puratque abstracta كما يسميها فى « التأمل الخامس ») يكون نظرية محضة « للعلاقات أو النسب المختلفة »[1]. وبعد أن اعتاد الإنسان أن يواجه فكرة العلاقة مباشرة ، ويراها معقولة ، انتهى به الأمر بإدراك أن النسبية ، بدلا من أن تؤدى إلى الشك ، هى فى الحق إحدى دعائم العلم .

١ - قلنا إن الحتمية هى تأكيد ضرورة « شرطية » أعنى ضرورة رابطة ، وضرورة نسبية . فالحتمية تتخذ إذن صيغة « العلاقات الضرورية » وذلك هو ما يسمى « بقوانين الطبيعة » . ويطلق عليها «لوكريس» Lucréce اسم « foedera » أى « مواثيق » تقوم الأشياء على أساسها . وهذه الكلمة تطابق تعبيراً أوغل فى باب المجاز للفيلسوف اليونانى أنبدوقليس (فى القرن الخامس ق . م) ، قال فيه إن الطبيعة هى « قسم واسع النطاق » πλατεις ὅρχος ولكن هذه كلها لا زالت تعبيرات أسطورية ، تفترض وجود آلهة ، وقدرا محتوما يصدر قسما ويظل على الدوام متمسكا بكلمته . على أن الرياضة قد استبعدت الآلهة ، واستبدلت بفكرة الميثاق فكرة « الدالة » . وسوف نرى فيما بعد أن قوانين الطبيعة هى دالات رياضية .

فالنسبة هى إذن ، أولا ، تصور الحتمية على هيئة شبكة من الدالات الرياضية التى تشمل الطبيعة ، وتحل محل فكرة القدر القديمة .

يمكن تحديد نسبية الإحساسات تحديدا رياضيا :

٢ — عندما كان اليونانيون يقولون إن الإحساس نسبى تبعا للحاس ،

---

(١) Edition scolaire Gilson (Vrin) p.67—68

كانوا يعتقدون أنهم بذلك يدعمون موقف الشك ، فيما يتعلق بالمعرفة الحسية على الأقل . ولهذا السبب تحولت المدرسة الأفلاطونية إلى الشك بعد قرنين من الزمان . أما المحدثون فقد أفلحوا فى إدماج نسبية الإحساس فى العلم . ولتحقيق ذلك ، أدمجوا الإحساس فى دالة رياضية تربطه بالموضوع المحسوس أى بالمنبه . ومن المؤكد ، كما بين لنا علم النفس ، أن الإحساس ليس كمية حقيقية ، قابلة للإضافة : فالأبيض ليس بمجموع لونين رماديين . ولكن إذا لم يكن من الممكن التعبير عن الإحساس بأرقام تسلسلية cardinaux ، فمن الممكن التعبير عنه بأرقام ترتيبية ordinaux ، أى أن من الممكن تدريجه : فمن الممكن تدريج الألوان الرمادية حتى أقصى مراحلها ، أى حتى اللون الأبيض ، وكل تدريج جديد يمثل عبور ما يسميه علماء النفس « بالعتبة seuil » أى الحد الأدنى للإحساس . على أن العتبة (التى نعلم أنها على أنواع ، منها الكمية المطلقة والفارقة البصرية تناظر ١/١٠٠ فى حالة إضاءة الشىء ، بالنسبة إلى القيم المتوسطة ؛ والعتبة الكيفية الفارقة فى الموسيقى هى ٨١/٨٠ (أى أقل صوت ممكن) . وعلى هذا النحو تحتل العين والأذن . . الخ ، مكانهما بين أدوات الملاحظة ، بل أدوات القياس ، وإن يكن هذا المكان متواضعا .

وليست أعضاء الحس فى أساسها سوى نقط نهاية للأعصاب . فهى جزء من الجهاز العصبى . على أن للجهاز العصبى قوانين خاصة يخضع لها فى أداء وظيفته وتتحكم فى الملاحظة العلمية . « فالتيار العصبى » مثلا له سرعة محدودة إلى حد كبير ، وتتفاوت تبعا للأفراد ، بحيث أننا عندما « نرى » الظاهرة ، يمضى زمن معين (ما بين ١٠ ، ٢٠ فى المائة من الثانية) قبل أن نقوم برد فعل عليها . وقد أمكن تحديد قيمة هذا الزمن عن طريق علم النفس الفسيولوجى (دراسة زمن رد الفعل) .

نسبية وجهة النظر يمكن تحديدها رياضيا هى الأخرى : على أن هذا ليس كل ما فى الأمر : فالملاحظة نسبية تبعا لمكان الملاحظة أيضا ، لا تبعا للملاحظ وحده إذ أن كل ملاحظة بشرية تبدأ من الأرض . ولقد ظن الناس فى بداية الأمر — وكان ذلك أمراً طبيعياً — أن الأرض مرصد ممتاز للملاحظة ، فهى مركز العالم ، والسماء تدور حولنا ، ما دمنا نراها تدور حولنا . فعلم الفلك التلقائى يتخذ الأرض مركزا له [géocentrique] كما يقولون ، وكذلك كان علم الفلك اليونانى . ولكننا نجد بين مفكرى اليونان المتعمقين النابهين ، من اعترفوا بأن الأرض تدور حول الشمس أو حول مركز العالم : ومن هؤلاء عالم فيثاغورى هو فيلولاوس Philolaos (القرن الخامس ق م) وعالم أفلاطونى هو أرسطارخس الساموسى Aristarque de Samos (القرن الثالث ق . م) . وظلت فكرتهم التى ظهرت قبل أوانها ، راكدة ، وحجبها انتصار المذهب الفلكى القائل بأن الأرض مركز الكون ، وهو المذهب الذى أذاعه بطليموس (القرن الثانى بعد الميلاد) . ثم بعثت الفكرة ، كما نعلم ، على يد كبرنك ، وهو بولندى فى القرن السادس عشر وسار جاليليو (١٥٦٤ — ١٦٤٢) فى الطريق الذى بدأه كبرنك ، وسرعان ما ذاعت تعاليمه ، رغم ما عاناه من اضطهاد . والفكرة القائلة بأن الأرض تدور حول الشمس ، وحول نفسها ، فكرة رياضية ، إذ أن التصوير الرياضى لحركات الأجرام السماوية أكثر يسرا ، وأقرب إلى العقل ، إذا ما نظرنا إلى الشمس على أنها هى النقطة الثابتة فإذا ما تبين لنا مقدار خصب نظرية كبرنك وجاليليو أدركنا أن التقدم العلمى ، فى هذه الحالة بدورها ، كان مشروطا « بتحول » انصرف فيه العقل عن المحسوس ، مفضلا عليه المعقول.

فكرة النسبية أدت إلى الكشف عن سرعة الضوء : أدت فكرة النسبية أيضاً إلى كشف سرعة الضوء ، وهو كشف له أهميته القصوى فى علم الضوء؛ بل فى الميكانيكا ذاتها فى الوقت الحاضر . والرأى التلقائى الذى كان شائعاً هو أن الضوء لا يستغرق زمناً ، وهو رأى مبنى على استدلال ساذج : أن الحادث الذى أراه ، قد وقع فى لحظة معينة ، ما دمت قد رأيته فى هذه اللحظة (أما بالنسبة إلى الصوت ، فقد تحول الناس عن هذا الرأى ، عن طريق تجارب بسيطة ملفتة للنظر إلى حد بعيد ، ولكن كان لها أثرها البالغ). ومن الواضح أن هذا الاستدلال ضرب من السفسطة ، ولكن ما كان يمكن التخلص منه إلا بإرشاد تجارب عظيمة الدقة ، تفسر بناء على فكرة النسبية .

فى سنة ١٦٧٦ لاحظ عالم الفلك الدانمركى «أولاف رومر» Olaf Roemer عضو أكاديمية العلوم بباريس ، أن أول تابع من توابع المشترى يدور حول ذلك الكوكب فى زمن متغير (وكان التغير يقدر بحوالى ربع ساعة فى الأسبوع) . وعندما فحص الشروط الأرضية للملاحظة ، تبين له أن التابع يصبح « متقدما » عن المتوسط الزمنى عندما تقترب الأرض من المشترى (الذى يسير فى دورانه بسرعة أبطأ من الأرض كثيراً) ويصبح «متأخرا» عندما تبتعد الأرض عنه . فخطر بباله عندئذ أن للضوء سرعة معينة ، وبالتالى أن الأرض عندما تقترب من الكوكب ، تتلقى الأشعة المضيئة بسرعة أكبر ، أما إذا ازدادت المسافة فإنها تتلقاها ببطء أكبر ؛ بل لقد استخلص من ذلك تقديرا لسرعة الضوء : وإذا كان ذلك التقدير مخطئا (٢٠٠,٠٠٠ بدلا من ٣٠٠,٠٠٠ كم فى الثانية) فإنه يعد تقديرا رائعاً فى ذاته ، ويرجع خطؤه إلى أسباب لا صلة لها بمنهجه .

وهنا أيضاً تظهر النسبية فى التصميم على إعطاء دور للملاحظ (البشرى

أو الأرضى) فى كل ملاحظة ، وعلى جعل هذا الدور قابلا للتقدير الحسابى بقدر الإمكان ، فيتيح لنا ذلك فرصة استبعاد تأثير الملاحظ على الملاحظة

الرياضة والدقة العلمية : كل هذا يفترض تطبيق الرياضة على الطبيعة ، بطرق شديدة الاختلاف . غير أن إدخال الرياضة فى هذا الميدان يمكّن من القيام بمجهود آخر ، بل يتطلب مثل هذا المجهود : وأعنى به السعى وراء « الدقة » .

فالرياضة لا تتميز بالدقة التامة فحسب (٢ + ٢ = ٤ بالضبط ، المثلثان اللذان تتساوى أضلاع كل منهما بالآخر ينطبقان تمام الانطباق) ، بل إنها هى الدقة ذاتها ، إلى درجة أنها تمكننا من قياس عدم الدقة بدقة تامة ، إذ توضح بكل دقة فيم يكون المقياس غير دقيق : فيقال إن عدم الدقة يصل إلى $\frac{١}{١٠٠٠}$ أو $\frac{١}{١٠٠٠٠}$ ، الخ . . . بحيث تكون الدقة متناسبة مع « مقام » هذا الكسر .

والقول يعد « دقيقا » إذا كان ينطبق على الواقع بطريقة محددة تماما ، أعنى إذا كان ذلك القطاع من الواقع الذى يشير إليه القول محصورا تماما ، ولا ينطوى تبعاً لذلك إلا على أقل قدر ممكن من عدم التحديد . ومن اليسير أن نتبين الفارق بين قضيتين مثل : الطقس بارد ، الترمومتر يشير إلى درجة تحت الصفر . فالأولى تنطبق على عدد من الوقائع أكبر بكثير من ذلك الذى تنطبق عليه الثانية . ومن هنا نرى إلى أى حد تفيد الصيغة الرياضية فى اكتساب الدقة : فهى تزداد دقة على الدوام ، ما دام فى وسعنا دائماً أن نضيف أرقاما عشرية ، كلما ازدادت دقة أجهزة القياس .

٨ — الأشكال المتتابعة للروح العلمية :

لقد تطورت الروح العلمية ، وليس من الصعب إدراك سبب تطورها هذا :

١ — فالتقدم فى الأساليب الفنية الصناعية يمدنا بأجهزة علمية أكمل وأقوى مما كان لدينا ، لنتمكن بواسطتها من الاهتداء إلى ظواهر كانت مجهولة ، كما يزيد دقة الأقيسة من جهة أخرى .

٢ — وتقدم الرياضة يأتى بدالات جديدة ، وتعبيرات جديدة ، يمكن استخدامها فى حل مشكلات جديدة .

٣ — وإن مجرد تكديس الملاحظات التى تقوم بها الأجيال المتعاقبة من الباحثين ، ليأتى بوقائع جديدة تثير مشاكل لم تكن معروفة ، وتخلق مزيداً من الصعوبات .

٤ — والعلم يغير شكل العالم : فهو يعمل أولا على تغيير آفاقه بالنسبة إلى عقولنا . ثم إن الصناعة الحديثة ، التى نشأت عن العلم ، تتابع طريقها إلى السيطرة المادية على كوكبنا هذا . والكون الجديد يولد علما جديدا ، وهكذا دواليك . وعلى ذلك ، فبين الوقائع وبين المعرفة العلمية سلسلة غير محدودة من الأفعال وردود الأفعال .

كل هذه الأسباب لا تؤدى إلى تغير العلم فحسب ؛ بل إلى تغيير الروح العلمية ذاتها ، إذ تظهر مناهج جديدة ، تقتضى صورة جديدة للعقل ، وصفات جديدة له .

وهكذا يمكن أن يروى تاريخ الروح العلمية ، وإن كنا لا نزمع القيام

بهذا العمل ؛ بل سنكتفي بأن نعرض بإيجاز شديد للمراحل الكبرى التي يمكن أن نلمحها في ذلك التاريخ .

علم الطبيعة الميكانيكي : يبدأ هذا التاريخ من القرن السابع عشر . ففي السنوات الأولى من ذلك القرن نشأ علم الطبيعة بمعناه الصحيح من علم الفلك عند كپرنك وجاليليو .

١ — وإذن يمكننا أن نميز مرحلة أولى تشمل القرن السابع عشر . هذه المرحلة تسيطر عليها النظرة الآلية المعروفة عند ديكارت وجاسندي[1] . وفيها كان ينظر إلى التركيب الداخلي للظواهر على أنه مكون من آلات μηχαναί صغيرة إلى أبعد حد ، كالعتلة والملفاف والنورج الآلي ، والرافعة ، أعني أقدم الآلات البشرية ، التي بدأ أرشميدس (في القرن الثالث ق . م) في وضع النظرية المبنية عليها ، والتي أتمها ديكارت[2] . فظواهر المغناطيسية مثلا يفسرها ديكارت بحركة مسامير حلزونية لا متناهية الصغر تدخل في مسام أجسام معينة (كالمغناطيس الطبيعي ، والصلب) فتوجهها أو تنقلها من موضعها . أي أن تفسير الظاهرة هو وصف للأنموذج الآلي الذي تمثله تفاصيل تركيبها الداخلي .

فيزيقا القوى المركزية : ٢ — ومنذ أن انتصر نيوتن ، وطوال القرن الثامن عشر ، لم تعد الأمور تفسر على النحو السابق ؛ بل استبدل

---

(١) جاسندي Gassendi أو Gassend (١٥٧٠ — ١٦٤٢) مجدد المذهب الذري الديمقريطي والرواقي .

(٢) انظر رسالة إلى Constantin Huygens ، وقد ألحقت بمؤلفاته فيما بعد باسم « الميكانيكا » .

بالتفسير القديم مذهب « القوى المركزية » والمقصود بهذا التعبير ، قوى الجذب والتنافر الموجهة نحو نقط (مراكز) ، أو الخارجة من نقط ، تمثلها موجهات vccteum ، وهى المستقيمات المعروفة التى تتخذ صورة السهام . فتفسير ظاهرة (كالثقل) وحركة النجوم ، والجذب المغناطيسى أو الكهربى وتغير سطح السائل فى أنبوبة الاختبار ، وميل العناصر إلى الاتحاد فى الكيمياء) إنما هو رسم الموجه ، الذى يحدد قانونه الخصائص الرياضية . ونستطيع القول بأن ميتافيزيقا الطبيعة عند « كانت » هى الصورة الواعية والمنظمة لهذه الفكرة . كما تتمثل حتمية الموجهات هذه فى الصيغة المشهورة التى عبر بها لابلاس عنها (١٧٤٩ — ١٨٢٧) : « لو استطاع عقل ما أن يعلم فى لحظة معينة جميع القوى التى تحرك الطبيعة ، وموقع كل كائن من الكائنات التى تتكون منها ، ولو كان ذلك العقل من السعة بحيث يستطيع إخضاع هذه المعطيات للتحليل ، لاستطاع أن يعبر بصيغة واحدة عن حركة أكبر أجسام الكون وعن حركات أخف الذرات وزناً ، ولكان علمه بكل شىء علماً أكيداً ، ولأصبح المستقبل والماضى ماثلين أمام ناظريه كالحاضر تماما » .

فيزيقا المجالات : (٣) فى القرن التاسع عشر ، أدت دراسات كولومب Coulomb (١٧٣٦ — ١٨٠٦) وأمبير Ampère (١٧٧٥ — ١٨٣٦) وفارادى Faraday (١٧٩١ — ١٨٦٧) فى الكهرباء والمغناطيسية ، ونظريات ماكسويل Maxwell (١٨٣١ — ١٨٧٩) فى الضوء (الذى هو فى رأيه ظاهرة كهربائية مغناطيسية فى أساسها) إلى ظهور فكرة جديدة عن الحتمية : هى حتمية المجال . والمقصود بالمجال نطاق معين من المكان

يتحكم كل جزء من أجزائه فى الآخر تحكما « متبادلا » ،طبقاللتركيب الخاص للمجموع . فالحتمية هنا لم تعد تتصور خلال التعاقب الزمنى ؛ بل خلال الاقتران الزمنى simultanéité ، أى أن السابق ليس هو الذى يتحكم فى اللاحق ، وإنما المجموع هو الذى يتحكم فى الجزء .

الروح العلمية الجديدة : (٤) وأخيراً ، ومنذ السنوات الأولى فى القرن العشرين ، ظهرت « روح علمية جديدة » — على حد تعبير باشلار Bachelard من مختلف النظريات العلمية . وسنرجئ مهمة وصف هذه الروح الجديدة[1] ، وحسبنا أن نقول إنها أحدثت فى العلم انقلابا بعيد المدى ، لا نستطيع القول على الإطلاق إن نتائجها الفلسفية قد ظهرت كلها .

مراجع

فى الأقسام من ١ — ٨ يرجع إلى :

Goblot, : Traité de logique (Colin) chap. XVIII

جوبلو : رسالة فى المنطق

فى القسم ١٤ يرجع إلى :

Emile Borel : Le hasard (Alcan)

اميل بوريل : الصدفة

Gaston Bachelard La formation de l'esprit scientifique (Vrjn, 2e éd. 1947)

جاستون باشلار : تكوين الروح العلمية .

---

(١) انظر الفصل الحادى عشر من هذا الكتاب

الفصل الرابع

تَصنيفُ العُلوم

يمكننا أن نتخذ من تقسيم « أوجست كونت » أساساً . وتبعاً لهذا التقسيم ، ينبغي التمييز بين العلوم العملية أو علوم الأساليب الفنية ، التي يطبقها المهندسون ، والعلوم النظرية ، التي يبحث فيها العلماء . فالعلوم النظرية إما عينية (كعلم الحيوان أو النبات مثلا) أو مجردة (كعلم وظائف الأعضاء) .

والعلوم المجردة الرئيسية ستة : الرياضة ، والفلك ، وعلم الطبيعة ، والكيمياء ، وعلم الحياة ، وعلم الاجتماع . وهذه العلوم مرتبة ترتيبا تنازليا من حيث البساطة والعموم . وهي علوم لها صفاتها النوعية ؛ إذ لا يمكن إرجاع كل منها إلى العلم السابق عليه ، فالمذهب الوضعي يتنافى مع المذهب المادي .

ومنذ عهد أوجست كونت ، تطورت العلوم بحيث أصبح تصنيفه غير مطابق لحالة العلم كل المطابقة . فقد ظهرت علوم جديدة (مثل علم الطبيعة الفلكي ، وعلم الطبيعة الذري) ، واحتلت هذه العلوم مكانة تعلو مكانة علوم كثيرة أخرى ، وأثبتت وحدة العلم التي تعبر ، كما قال « ديكارت » ، عن وحدة العقل الإنساني . وأصبحت المثالية ، التي تؤكد هذه الوحدة ، في مركز أقوى مناهضة للمادية من المذهب الروحي عند أوجست كونت .

١ — فائدة القيام بتصنيف العلوم ، ولو كان مؤقتاً :

كوّنا ، فيما سبق ، فكرة أولى عن العلم ، وعلينا الآن أن ندرس مختلف العلوم على التخصيص ، ولأجل هذه الغاية ، ينبغي لنا أن نصنفها .

ومن المؤكد أننا لا نولى تصنيف العلوم أهمية أساسية ، وذلك لأسباب سنوضحها فى ختام هـــذا الفصل . وان يكون التصنيف الذى سنعرضه إلا تصنيفاً مؤقتاً ، ولكن من الضرورى أن يوجد تصنيف ، أيا كان . فميزة التصنيف أنه يضفى دقة على المصطلحات الفنية فى العلوم . والحق أنه لو لم تكن له من فائدة إلا هذه ، لكان ذلك كافيا . ولقد وصف كوندياك Condillac العلم بأنه « لغة أحسن إعدادها » . وفى مقابل ذلك نرى أن اكتمال اللغة يؤدى إلى بدء المعرفة ، كما يؤدى وضع المصطلح على أسس عقلية إلى البدء فى معرفة الأشياء . وفضلا عن ذلك ، فلما كنا سنقتبس تصنيفنا المؤقت من أوجست كونت[1] ، الذى كان شديد الانكباب على معرفة علوم عصره ، والذى اتجه بفكره إلى المشاكل التى تثيرها الصلات بين هذه العلوم ، فسوف نستطيع الاهتداء خلال ذلك إلى أفكار طريفة وعميقة .

٢ — تصنيف بيكن (١٦٢٣) وأصحاب دائرة المعارف (١٧٥١) .

لكى يتسنى لنا فهم تصنيف « أوجست كونت » ؛ يجب علينا أن نقول بضع كلمات عن التصنيفات السابقة له ، والتى نقدها هو .

---

(١) اوجست كونت (١٧٩٨–١٨٥٧) كان طالبا بمدرسة الهندسة ، ثم معيداً بها . وهو مؤسس المذهب الوضعى . انظر ملحوظة «شارل لالو» فى مقدمة المختارات من «محاضرات فى الفلسفة الوضعية (الدرسان الأول والثانى) طبعة هاشيت Hachette ، وفى الدرس الثانى من هذه المحاضرات يجد القارىء النصوص التى سوف نشير اليها فى هذا الفصل .

فهو يتحدث أولا عن تصنيف « فرانسيس بيكن » . وأساس هذا التصنيف هو التفرقة بين ثلاث ملكات لدى الإنسان ، وهى الذاكرة ، والخيال ، والإدراك العقلى . فالذاكرة يناظرها التاريخ ، الذى ينقسم إلى التاريخ المدنى (وهو ما نسميه عادة اليوم بالتاريخ ، بمعناه الصحيح) ، والتاريخ الطبيعى ، والخيال يناظره الشعر . وأخيرا فالعقل هو أساس الفلسفة أو العلم بمعنى الكلمة ، وهو الذى قد يكون موضوعه الله (اللاهوت) أو الطبيعة (الفلسفة الطبيعية) أو الإنسان (الفلسفة الإنسانية) .

ثم يتحدث كونت بعد ذلك عن تصنيف أصحاب دائرة المعارف ، وهو تصنيف ديدرو[1]. وهذا التصنيف شبيه من حيث المبدأ ، بتصنيف « بيكن » وهو التفرقة بين الملكات الأساسية الثلاث للعقل : الذاكرة ، والإدراك العقلى ، والخيال .

٣ — نقد التصنيفين : لا يعترفان بوحدة العقل :

يقول « كونت » إن مثل هذه التصنيفات « معيبة من أساسها » ، إذ أن عقلنا يستخدم ، فى كل مجال من مجالات نشاطه ، جميع ملكاته الأساسية فى آن واحد . وإنه لمن اليسير أن نبين أن الفنون الجميلة ، مثلا ، لا تقوم على أساس الخيال وحده ، وإنما على الذاكرة والإدراك العقلى أيضا ،

---

(١) ينسب « كونت » هذا التصنيف خطأ إلى دالمبير D'Alembert . ونحن نعلم أن « دائرة المعارف » أى « المعجم العقلى للعلوم والفنون والحرف » ، كانت جامعة للمعارف العلمية والفنية المكتسبة حتى ١٧٥١ (وهو تاريخ ظهور أول مجلد من مجلداتها) كما أنها سجل سياسى وفلسفى فى الآن نفسه ، وكان يشرف على نشرها ديدرو ودالمبير .

إذ أنها كثيرا ما تتطلب من الفنان أن يكون ملماً بمعلومات واسعة ، وتقتضى ، فى جميع الأحوال ، تنظيما عقلياً للعناصر التى يمدنا بها الخيال . ولكن ، لما كان اهتمامنا هنا منصباً على العلوم وحدها ، فلنقتصر إذن على تذكرة القارىء بما قلناه عن مكانة الخيال فى العمل العلمى[1] ، ولنضف إلى ذلك أن الذاكرة ، هى ، دون ريب ، ملكة لا غنى للعالم عنها ، لا لأنها — كما قال باسكال « ضرورية فى كل عمليات العقل[2] فحسب ؛ بل لأن العالم هو أيضا جامع للوقائع ، فهو إذن فى حاجة إلى ذاكرته حتى يكوّن مادة تجربته .

ولنقل بوجه عام إن الوظائف العقلية لا يمكن أن تفصل كل منها عن الأخرى ، وهى تتضافر دائماً ، بحيث أن كل تقسيم يقوم على أساس التمييز بينها هو تقسيم مصطنع .

٤ — تصنيف أوجست كونت (١٨٣٠) : العلوم النظرية والعلوم التطبيقية :

إن أول تقسيم يفرض نفسه هنا هو تقسيمها إلى علوم نظرية أو تأملية ، وعلوم تطبيقية أو عملية أو فنية .

والفارق بين النوعين واضح كل الوضوح : فموضوع العلوم الثانية هو تأثير الإنسان فى الطبيعة ، بغية زيادة قوته ورفاهيته ، وضمان صحته ، وإطالة عمره ، وربما كان الهدف منها هو أن تساعده على أن يصبح أرجح عقلا مما هو عليه . والعلمان الرئيسيان فى هذا الفرع هما الصناعة والطب . ويرتبط

(١) أنظر الفصل السابق . قسم ٧

(٢) طبيعة برنشفيك فقرة ٣٦٩ .

علم الصحة بالطب ، بمعناه الصحيح . أما الصناعة فتحتل ميداناً واسعاً ، فستطيع أن نتبين بعض أجزائه بوضوح وهى : الكيمياء الصناعية ، والكهرباء التطبيقية ، وسبك المعادن ، والميكانيكا التطبيقية ؛ بل نستطيع أن نضيف إليها « معرفة الأجواء » وهو تطبيق للمعارف الفلكية على الملاحة (١).

ولقد نبه « أوجست كونت » إلى الأهمية المتزايدة التي تحتلها فئة المهندسين في المجتمع الحديث ، وهى فئة تحتل مكاناً وسطاً بين العلماء ورؤساء العمل في الصناعة .

ولكن العلوم النظرية هى التى تهمنا بوجه خاص . وهدف هذه العلوم هو معرفة الطبيعة والإنسان ، لا لشيء إلا لأجل إشباع غريزة حب الاطلاع في الإنسان ، وزيادة شعوره بذاته وبالعالم ،

٥ — تقسيم العلوم النظرية إلى مجردة وعينية :

إذا نحن اقتصرنا على العلوم النظرية ، وجدناها تنقسم بدورها إلى « علوم مجردة ، وعلوم عينية . فالعلوم المجردة ، العامة ، تهدف إلى كشف القوانين التى تسيطر على مختلف أنواع الظواهر ، أما العلوم العينية ، أو الخاصة ، أو الوصفية . . فمهمتها تنحصر فى تطبيق هذه القوانين على التاريخ الفعلى لمختلف الكائنات الموجودة » .

(١) فى كل عام يصدر مكتب المرصد الفلكى نشرة سنوية الغرض منها إذاعة التنبؤات الفلكية ، من أجل تلبية حاجات الملاحة بوجه خاص .

وهاك أول مثال يؤيد هذه الفكرة : « فإذا تأملنا علم وظائف الأعضاء العام من جهة ، وعلم الحيوان وعلم النبات من جهة أخرى » . وجدنا الأول يدرس « قوانين الحياة بوجه عام » ، والآخران يحددان « طريقة وجود كل من الأجسام الحية ، على وجه الخصوص » .

وإليك مثالا آخر : فالكيمياء ترتبط بعلم المعادن : « ففى الكيميا ، نبحث كل التجمعات الممكنة للجسيمات ، وفى كل الظروف التى يمكن تصورها ؛ وفى علم المعادن ، لا نبحث إلا فى تلك التجمعات التى تتحقق فى التركيب الفعلى للكرة الأرضية ، وتحت تأثير الظروف الخاصة التى تتميز بها الأرض وحدها » .

وهاك مثالا ثالثاً ، هو علم الطبيعة المجردة [physique abstraite] بالنسبة إلى علم الطبيعة العينى . وأوجست كونت يعنى بكلمة « علم الطبيعة العينى »ما نعنيه نحن اليوم بكلمة « علم الطبيعة للكرة الأرضية » ، وهو يشمل بطبيعة الحال ، علم الأرصاد الجوية .

وفى استطاعتنا أن نأتى بأمثلة أخرى ، فعلم الفلك المجرد ، أو الميكانيكا السماوية ، يتميز عن علم الأكوان « الكوسموجرافيا [Cosmographie] الذى يدرس النجوم كلاً منها على حدة ؛ لا القوانين الفلكية بوجه عام .

وسوف نستبقى هذا التقسيم لما فيه من فائدة جمة : فالعلوم المجردة تحدد صيغ القوانين العامة ، وتدرس جزءا معينا من الطبيعة ، واضعة نصب أعينها ما يظهر بين الموجودات التى تكون هذا الجزء من « أوجه تشابه » . أما العلوم

العينية فتركز بحثها على « الفروق » . فهى إذن تقوم على التصنيف ، والوصف التفصيلى ؛ بل إنها فى أيامنا هذه أقرب كثيرا إلى الوصف التفصيلى منها إلى التصنيف ، إذ أن التصنيف الطبيعى قد فقد قدرا كبيرا من أهميته[١] بسبب تأثير المذهب التطورى .

ولنضف إلى ذلك أن « كورنو »[٢] قد اعترف بتفرقة أوجست كونت ذاتها ، وإن كان قد عمقها وأضفى عليها مزيدا من الوضوح : فهو يقابل فى الواقع بين وجهة النظر النظرية ، ووجهة النظر التاريخية » . ففى رأيه أن العلوم التاريخية لا تتميز عن العلوم النظرية فحسب ، بل إنها ليست مستمدة منها ، كما اعتقد أوجست كونت ، فيما يبدو . فهى تكوّن مجموعة منفصلة ، لها منهجها الخاص ، وتعتمد على حالة عقلية مختلفة كل الاختلاف ، وتوجهها أفكار متباينة كل التباين .

٦ — العلوم المجردة الرئيسية الستة :

ولن نتابع بعد الآن نص أقوال أوجست كونت طويلا ، وذلك لأنه يمضى عن طريق التفريع ، أى عن طريق تقسيمات ثنائية متتابعة[٣] . وهذه

---

(١) انظر فى هذا الكتاب . الفصل الثامن — قسم « ٤ » (السبب فى ذلك أن مذاهب التطور أدمجت الأنواع بعضها فى بعض ، وقضت على الفروق الحاسمة بينها ، وجعلتها كلها مظاهر لتطور واحد) (المترجم) .

(٢) أنظر فى هذا الكتاب : الفصل الثالث قسم « ١٣ » .

(٣) علم الطبيعة غير العضوى ، علم الطبيعة العضوى . علم الطبيعة (غير العضوى) السماوى ، علم الطبيعة (العضوى) الأرضى ، ويحتوى هذا الأخير على علم الطبيعة بمعناه الخاص ، وعلى الكيمياء ، ثم علم الطبيعة (العضوى) الفردى أو علم وظائف الأعضاء) وعلم الطبيعة (العضوى) الاجتماعى ، أو علم الاجتماع .

الطريقة منهجية إلى أبعد حد ، ولكنها تترك خارجها العلم الرياضي — ويجب أن نعترف بأن ذلك كان مقصودا ، وراجعاً إلى أسباب سنوضحها فيما بعد . ثم أنها لا تكشف بما فيه الكفاية عن الفكرة الأهم ، وأعنى بها تسلسل العلوم .

فلنكتف إذن بالقول إنه قد ميز فى نهاية الأمر بين ستة علوم مجردة أساسية وهى : الرياضة ، والفلك ، وعلم الطبيعة ، والكيمياء ، وعلم الحياة وعلم الاجتماع .

٧ — هذه العلوم الستة متسلسلة :

توزع هذه العلوم توزيعاً متسلسلا ، أعنى تبعاً لنظام يقضى بأن يؤدى كل منها إلى الإتيان بشىء جديد بالنسبة إلى ما سبقه ، وبحيث يكون هذا الشىء أسمى وذا قيمة أكبر . فموضوع الرياضة مجرد تماما ، وهو ليس متصلا بالواقع بالمعنى الصحيح : فالرياضة تدرس الأفكار لا الأشياء . أما العلوم التالية فتدرس أشياء تزداد قيمتها بالتدريج : كالمادة الجامدة أولا ، ثم المادة الحية ، وأخيرا العقل الإنسانى . فإذا ما تتبعنا ترتيب العلوم التى صنفت على هذا النحو ، لسرنا من الأدنى إلى الأعلى .

ويمكن القول بلغة بعض الفلاسفة المعاصرين إن كلا من موضوعات هذه العلوم المتعاقبة هو « نوع من الارتقاء » بالنسبة إلى سابقة . والمقصود بكلمة « الارتقاء » ظهور حقيقة لها قيمة أكبر ، من داخل حقيقة لها قيمة أقل .

ومن المهم أن نلاحظ أن هذا الارتقاء يتوقف على ما يسبقه : أى أن

الأدنى يتحكم فى الأعلى . فالحياة مثلا ، تتحكم فيها قوانين المادة الجامدة : والجسم الحى يخضع لقوانين الثقل أو الجاذبية ، ولكى يكون فى حالة توازن يجب أن يكون الخط العمودى النازل من مركز ثقله داخل الشكل الهندسى الذى يكونه وهو واقف ، وإلا سقط ، وذلك لأن صفة الحياة لا تكفل له أية ميزة فى هذا الصدد .

وهذا يؤدى بنا إلى القول بأن الكائن الحى مثلا يخضع لنوعين من القوانين : هى قوانين الحياة ، وقوانين المادة الجامدة . وإذن ، فإذا تأملنا مفهومه وجدناه أوسع من مفهوم المادة الجامدة ، وبالتالى يكون « ما صدقه » أقل[1] — ولقد عبر « أوجست كونت » — الذى كان يجهل مصطلح المناطقة ، وقانون التناسب العكسى الذى عرضناه — عن الفكرة ذاتها بطريقة أخرى فقال « إن أبسط الظواهر ، أعنى تلك التى تعد أقل تعقيداً من الظواهر الأخرى ، هى أعمها بالضرورة » . فلنقل نحن إذن ، مستخدمين مصطلح المناطقة : إن العلوم توضع فى ترتيب يتناقص فيه ما صدق موضوعاتها ويزداد مفهومها . أما بلغة كونت ، فلنقل إنها ترتب ترتيباً تنازلياً من حيث البساطة والعموم .

ولقد تأملنا ، منذ قليل ، حالة خاصة ، هى حالة علوم المادة الجامدة بالنسبة إلى علوم الحياة . ولكن نفس الفكرة تنطبق على الصلة بين الرياضة وبقية العلوم ، كما تنطبق على الصلة بين علم الفلك وعلم الطبيعة الأرضية ، إذ أن الأرض نجم ، ثم إنها مقر الظواهر الحرارية والكهربائية والضوئية

(١) انظر الفصل الثانى ، قسم ٤ .

التى تدرس فى علم الطبيعة ، كذلك الحال فى علاقة علم الطبيعة بالكيمياء : فالظاهرة الكيميائية تخضع لقوانين علم الطبيعة ، وتزيد عليها من جهة أنها رد فعل له قوانينه الخاصة . وأخيرا ، فالطبيعة البشرية إذا اتخذت موضوعا تشتمل على كل قوانين الفلك ، وعلم الطبيعة ، والكيمياء ، وعلم الحياة ، إذ أن الإنسان كائن أرضى ، وجسم جامد ، وموصل جيد أو ردىء للحرارة والكهرباء ، ويمكن أن يتفحم وأن يحترق ، وأن تؤذيه الأحماض ، وهو كائن حى يهضم ويفرز ، وهو فضلا عن ذلك إنسان له مصيره الروحى .

٨ — كل حقيقة لها نوعها الخاص بها ، أى لا يمكن إرجاعها إلى الحقائق السابقة :

ومن هذه الملاحظة الأخيرة تتضح لنا الفكرة الفلسفية العميقة التى أوحت بهذا التصنيف : ألا وهى أن الحقائق تتمثل فى سلسلة يكون لكل واحدة منها نوعها الخاص بها ، أعنى لا يمكن إرجاعها إلى الحقائق السابقة عليها .

والواقع أن لدى العلماء ميلا إلى « المذهب المادى » وهو — على حد التعبير الرائع الذى عرّفه به «كونت» — : «تفسير الأعلى بالأدنى» . على أن العلم ذاته يرى أن كل مرحلة من مراحل الواقع ، كالعالم الرياضى (وهو ليس فى حقيقة الأمر عالماً واقعياً) والعالم الطبيعى ، والعالم الكيميائى ، وعالم الأحياء ، وعالم البشر — كل مرحلة من هذه تعد جديدة كل الجدة بالنسبة إلى المرحلة السابقة عليها . فالمذهب المادى إذن فى رأى « كونت » ، مضاد للعلم فى أساسه .

ومن هنا كانت تلك الحملات التى وجهها إلى ما أسماه بمذهب الأصل الواحد « monisme » ، أعنى المذهب الذى يرجع الواقع بأسره إلى الوحدة :

« إننى أعتقد ، فى قرارة نفسى ، أن محاولات تفسير الكون بناء على قانون واحد ، محاولات باطلة فى أساسها ، حتى لو تصدت للقيام بها أكثر العقول ذكاء وتخصصا » .

٩ — أوجست كونت من السابقين إلى القول « بمذهب العرضية » contingentisme

يعد أوجست كونت فى هذه المسألة سابقا للفلاسفة الفرنسيين الذين أكدوا فى القرن التاسع عشر من بعده ، « عرضية » مختلف المجالات التى تدرسها العلوم المتعاقبة . والعرضية ضد الضرورة ، وإذن فتأكيد عرضية حقيقة ما يعنى تأكيد استحالة استخلاصها كنتيجة ، من الحقيقة الأدنى منها . فعلم الطبيعة « عرضى » بالنسبة إلى الرياضة ، أى أن الحقيقة الفيزيائية فيها شىء لا يمكن إرجاعه إلى الرياضة ، كذلك شأن الحياة بالقياس إلى المادة الجامدة ، والكائن الإنسانى بالقياس إلى الكائن البيولوجى . وذلك هو المذهب الذى جمع بين رافيسون Ravaisson وكورنو Cournot وإميل بوترو E. Boutroux ، وأخيراً برجسون Bergson[1] . وهكذا وجد

(١) رافيسون : « فى العادة De l'habitude » (١٨٣٨) ونشر مرة أخرى فى ١٩٢٧ بمكتبة ألكان [Alcan]

« كورنو » المذهب المادى ، والمذهب الحيوى ، والمذهب العقلى (١٨٧٥ ، اعيد نشره فى ١٩٢٣ بمكتبة هاشيت) وتتبدى أصالة « كورنو » ، بالنسبة إلى سواه من أصحاب مذهب العرضى ، فى أنه يدرك وجود تماثل ، أو على حد تعبيره « قطبية تماثلية » بين المادية والعقلية ، وبين المجال الرياضى الطبيعى والمجال العقلى أو البشرى . فالبشرى ينتج الرياضى ، ويعلوبه على الحيوى ، فى المرحلة العلياء « بوترو » : فى عرضية قوانين الطبيعة (١٨٧٤ . ألكان)

De la contigence des lois de la nature

برجسون : رسالة فى المعطيات الأولى للشعور (١٨٨٩ . ألكان) .

Essai sur les données immédiates de la conscience.

فى فرنسا مذهب وضعى مضاد للمادية ، ومذهب روحى يبنى على أساس العلم ذاته .

١٠ — الترتيب المتسلسل يجب أن يكون هو أيضا ترتيب العلوم فى برامج التدريس :

يوحى تصنيف « أوجست كونت » بفكرة أخرى . فإذا كانت مجالات العلوم المتعاقبة يتوقف كل منها على الآخر تبعاً لترتيب متسلسل ، فإن دراسة كل علم تتوقف على دراسة العلوم السابقة عليه ، بحيث يتعين علينا أن ندرسها بالترتيب الذى يحدده التصنيف . وعلى ذلك يكون أساس تدريس العلوم هو دراسة الرياضيات : وتلك فكرة تبدو لنا ، فى القرن للعشرين ، طبيعية إلى أقصى حد . ولا شك فى أنها ليست جديدة ؛ بل لقد دعا إليها من قبل علماء القرنين السابع عشر والثامن عشر . لكن المذهب الوضعى عند « أوجست كونت » هو الذى فرضها على الرأى العام . وبالمثل تنطوى دراسة العلوم البيولوجية ضمنا على دراسة العلوم الفلكية ، أو على الأقل العلوم الطبيعية الكيميائية . وأخيرا ، فعلم الإنسان يفترض العلوم السابقة له .

١١ — الترتيب المتسلسل هو الترتيب الذى ظهرت به مختلف العلوم :

إذا كان حقا أن العلوم يعتمد بعضها على بعض فى الترتيب المتسلسل ، فلا بد أن تكون العلوم قد ظهرت تبعا لهذا الترتيب ذاته . ولكن لنلاحظ أولا أنه يجب علينا ألا ننظر إلى نقطة بدء العلم على أنها هى اللحظة التى بدأت فيها البحوث التى استغلها ذلك العلم . فلو صح ذلك لكانت العلوم كلها قديمة كالإنسانية نفسها ، فقد كان هناك دائما حاسبون ، وفلكيون (أو بالأحرى

منجمون) وأطباء . غير أن العلم يبدأ عندما يحدد المنهج الخاص به . وفضلا عن ذلك فإن الترتيب التاريخي لا يتفق اتفاقا دقيقا ، بأية حال من الأحوال مع الترتيب المنطقي ؛ بل يتضمن ظروفا لا يمكن حسبانها ، فهو « عرضي » بدوره وبطريقته الخاصة .

ويمكننا القول ، على وجه الإجمال ، إن العلوم قد ظهرت ، في صورتها النهائية ، بهذا الترتيب المتسلسل . وسوف تتاح لنا ، فيما بعد ، فرصة إثبات هذه الحقيقة على نحو أدق . وحسبنا الآن أن نقول إن الرياضيات والفلك علمان يونانيان ، وأن علم الطبيعة قد اتخذ صورته الحديثة في القرن السابع عشر ، والكيمياء في القرن الثامن عشر ، وعلم الحياة في القرن التاسع عشر ، وفي ذلك القرن نفسه ، وبعد فترة طويلة ، ظهرت علوم الإنسان ، كالتاريخ العلمي ، وعلم النفس التجريبي وعلم الاجتماع .

١٢ — عيب تصنيف « أوجست كونت » . وحدة العلوم :

رغم أننا اقتبسنا من « أوجست كونت » معلومات عديدة ؛ فإن هذا لا يمنعنا من أن نوجه إليه نقدا عاما ، وأن نوضح ، بعد ذلك ، النقط التي يؤدي فيها تطور العلم في وقتنا الحالي إلى تجاوز تصنيفه .

أما النقد العام ، فينحصر في توجيه الملاحظة إلى أن أوجست كونت ، وإن كان قد أوضح الطبيعة الخاصة للعلوم المختلفة ، فإنه لم يكشف عن وحدتها بما فيه الكفاية . فقد كان شديد الحذر من المذهب المادي ، إلى درجة أنه كان يخشى أن يشجع مذهب « الأصل الواحد » إذا ما أكد وحدة العلم . غير أن هذه الوحدة يمكن أن تتصور بطريقتين مختلفتين كل الاختلاف :

تقوم أولاهما على الموضوع ، والأخرى على الذات أو العقل . ويأبى « كونت » الاعتراف بالوحدة القائمة على الموضوع ، والتى ترجع جميع الحقائق إلى حقيقة واحدة ، هى أدنى هذه الحقائق . غير أن ثمة وحدة أخرى ، مضادة تماما لهذه ، تؤكد وحدة العقل خلال مناهجه العديدة . ولنستمع إلى ديكارت وهو يقول : « إن كل العلوم مجتمعة ما هى إلا العقل البشرى الذى يظل واحدا على الدوام ، ويظل دائما على ما هو عليه مهما تغيرت الموضوعات التى ينصرف إلى بحثها ، والذى لا يطرأ عليه من التغير أكثر مما يطرأ على ضوء الشمس نتيجة لاختلاف الأشياء التى تضيئها »(١). وليس لنا أن نخشى أن يؤدى بنا هذا النوع من الأصل المشترك إلى المذهب المادى ، بل هو يقرر فورا حقيقة العقل . ومع ذلك ، فلن نطلق عليه اسم « المذهب الروحى » — رغم ارتباطه الاشتقاقى بمضمون هذا المذهب — إذ قد شاع إطلاق اسم النزعة الروحية على المذهب الذى يهتدى إلى الروح فى الأشياء . فالمذهب الوضعى روحى باعتبار مقصده ؛ لأنه يعترف بأن الحقيقة الواقعية تنطوى على قيم متدرجة تتجه فى أعلاها إلى الروحية . ولنقل بدلا من ذلك ، إن تأكيد ديكارت « مثالى » . فالمثالية تسعى وراء الروح ، لا فى الأشياء ، ولكن فى معرفة الأشياء .

١٣ — العلم المعاصر وتصنيف كونت :

لقد أحرز العلم منذ عهد أوجست كونت تقدما كبيرا ، فكان من الطبيعى أن يطغى هذا التقدم على تصنيفه . ومما يؤيد ذلك أن العلم المعاصر يستلهم روحا مخالفة لروح « أوجست كونت » إلى حد ما ، وهى أقرب إلى روح ديكارت ، الذى اتجه إلى الوحدة — وليس المقصود هنا الوحدة عن

(١) Règles pour la direction de l'esprit, Règle «I»

طريق وضع قانون شامل ، بل عن طريق تطبيق منهج واحد بقدر الإمكان. وهـذا المنهج هو المنهج الرياضى . فالمثل الأعلى المشترك لكل العلوم هو علم الطبيعـــة الرياضى ، الذى ينطوى على علم الفلك ، وعلى علم الطبيعة والكيمياء ، ويضم هذه العلوم كلها فى وحدة وثيقة الارتباط ، يكاد يكون من المستحيل تمييز كل علم فيها عن العلوم الأخرى ، ويستحيل بالفعل فصلها بعضها عن بعض . ولقد أدى هذا النشاط الموحد إلى ظهور علمين جديدين كل الجدة ، سبقا العلوم الأخرى ، وأصبحا رمزا لهذا العلم الموحد، الذى يناظر ما كان يحلم به ديكارت من وحدة العقل وهذان العلمان هما :

١ — علم الطبيعة الفلكى astrophysique ، أعنى تطبيق علم الطبيعة ، ومن خلالها الكيمياء ، على النجوم ، لتحديد تركيبها وحرارتها ، وكتلتها ومقاديرها وأبعادها وعمرها أيضاً ، وذلك عن طريق عمليات غير مباشرة ، تتضافر كلها لتحقيق هذا الهدف ، وتقتضى براعة لا حد لها .

٢ — علم الطبيعة الذرى microphysique ، وهو تطبيق علم الطبيعة على الذرات ومكوناتها (الإلكترونات ، إلخ) وهذه الدراسة تؤدى إلى تأكيد وحدة المادة ، وهى فكرة مخالفة تماما لما قال به كونت .

ومن جهة أخرى ، فلما كانت البيولوجيا تتحول بالتدريج إلى أن تغدو علما طبيعيا كيميائياً ، ولما كان علم الطبيعة الفلكى وعلم الطبيعة الذرى يتصلان فى مواضع عديدة ، بحيث تطلعنا الذرة والنجم كل منهما على أسرار الآخر ، لهـــذا كله يبدو أن رأى ديكارت كان أقرب إلى الصواب من رأى أوجست كونت .

١٤ ــ خطة هذا البحث :

ومع ذلك ، فسوف نتبع الخطوط الرئيسية للتصنيف الوضعى ؛ إذ أنه لا يزال ينطبق ، إلى حد غير قليل ، على ترتيب العلوم على النحو الذى تدرس عليه (ولكنه لا ينطبق تماما على هذه العلوم من حيث نشأتها) . وإذن ، فسنبدأ بدراسة العلوم الرياضية ، من حيث موضوعها ، ثم من حيث منهجها. وننتقل بعد ذلك إلى العلوم الطبيعية (علم الفلك والفيزياء والكيمياء) : ثم تأتى علوم الحياة (البيولوجيا) . ثم نخصص فصلا للعلوم الأخلاقية التى تتجاوز علم الاجتماع إلى حد غير قليل ، وأخيراً ، نلم إلماماً سريعاً بالنظريات الحديثة فى علم الطبيعة .

مراجع

— Lalande : Lectures sur la philsophie des sciences, chap II, (Hachette).

لالاند : مطالعات فى فلسفة العلوم

— Cournot : Matérialisme, vitalisme, rationalisme (Hachete).

كورنو : المذهب المادى ، والمذهب الحيوى ، والمذهب العقلى .

— Boutroux : De la contigence des lois de la nature (Alcan).

بوترو : فى عرضية قوانين الطبيعة

— Auguste Conte : Cours de philosophie positive (1re et 2e leçons) (Hachette).

أوجست كونت : محاضرات فى الفلسفة الوضعية
(الدرسان الأول والثانى)

— Goblot : Essai cur la classification des sciences (Alcan, 1898).

جوبلو : رسالة فى تصنيف العلوم

الفصل الخامس

مَوْضوعُ العُلوم الرِّياضيَّة

الترتيب والقياس — العدد والمقدار

العلوم الرياضية هى الأدوات العقلية لـكل العلوم . وهى أيضاً علوم قائمة بذاتها ؛ بل هى أكمل العلوم ، لأن موضوعها هو القياس والترتيب .

فالرياضة ، من حيث أن موضوعها هو القياس ، تنقسم إلى رياضة المقادير (الهندسة والميكانيكا) ، ورياضة العدد (الحساب والجبر) ، ورياضة العدد الذى يطبق على المقادير وعلى الحجوم (الهندسة والميكانيكا التحليليتان) .

والمكان ، الذى هو رمز ومقياس لـكل المقادير ، « صورة أولية » ، وليس معنى ذلك أنه يعرف عن طريق الحدس الفطرى ؛ بل معناه أنه يبنى بوساطة نشاط العمليات العقلية المستقلة ، فينشأ أولا فى الإدراك الحسى ، ومن بعده فى الرسم وغيره من الأساليب العملية .

والعدد أيضاً ينتج عن نشاط عمليات عقلية ، تضع الوحدات ، وتحصيها .

١ — موضوع الرياضة ، من حيث أنها علوم قائمة بذاتها ، هو الترتيب والقياس : —

يمكن القول ، بمعنى ما ، إن العلوم الرياضية هى العلوم على الحقيقة : ولقد قال ديكارت إنه يعجب بها « لما لبراهينها من يقين وبداهة » (١) ، ومعنى ذلك بعبارة أخرى ، أن البراهين التى تأتى بها تستتبع يقينا مطلقاً ، ولها فى الوقت ذاته وضوح كامل . لهذا كان المثل الأعلى عندديكارت هو أن يرجع إليها كل العلوم : « إن هـذه السلاسل الطويلة من الأدلة ، التى تتميز بالبساطة والسهولة التامة ، والتى اعتاد علماء الهندسة أن يستخدموها للوصول إلى أصعب براهينهم ، قد دفعتنى إلى أن أتصور أن جميع العلوم التى يمكن أن تدخل فى نطاق معرفة الإنسان ، تتوالى على النحو ذاته ، وأننا ، لو امتنعنا عن التسليم بصحة أية معرفة لا تكون صحيحة بالفعل ، وحرصنا دائماً على الترتيب اللازم من أجل استنباط بعضها من بعض ، فلن يستعصى علينا فى نهاية الأمر بلوغ واحدة منها ، مهمابعدت ، أو كشفها ، مهما غمضت »(٢). وسوف نرى أن علم الطبيعة الحديث هو بالفعل علم طبيعة رياضى .

ومع ذلك ، فللمرء أن يقول ، بمعنى آخر، إن الرياضيات ليست علوما ، لأنها هى اللغة العامة والصيغة المشتركة لكل العلوم ، ثم لأنها لا يمكن أن تكون منصبة على حقيقة محددة تتميز بها عن سائر العلوم الأخرى . ولقد لاحظ « أوجست كونت » ، فى ختام الدرس الثانى من « دروس فى الفلسفة

---

(١) مقال فى المنهج . الطبعة المذكورة سابقاً . ص ٤٨ .
(٢) المرجع نفسه . ص ٦٦ — ٦٧ .

الوضعية، أن تصنيفه للعلوم يتضمن « ثغرة هائلة وأساسية » « تركها عامداً » : فليس للعلم الرياضى فى ذلك التصنيف مكان . » والدافع إلى هذا الإغفال المتعمد هو الشعور بأهمية هذا العلم ، عظم الاتساع ، كبير الأهمية . . . . ففى المرحلة الحالية من تطور معارفنا الوضعية ، يجدر بنا — فى رأيى — أن نكف عن النظر إلى العلم الرياضى على أنه جزء مكمل للفلسفة الطبيعية بمعناها الصحيح ، وأن نؤكد أنه قد أصبح ، منذ ديكارت ونيوتن ، الأساس الحقيقى الضرورى لهذه الفلسفة ، وإن كان يجمع ، فى حقيقة الأمر ، بين الصفتين معاً » (١) .

وإذن ، سنفحص العلوم الرياضية بطريقتين متتابعتين : فنعدها فى الأولى أكمل العلوم جميعها ، وفى الثانية نعدها الأداة العقلية « للفلسفة الطبيعية » ، كما قال كونت . وفى هذا الفصل سوف نفحصها تبعاً لوجهة النظر الأولى .

وعلى هذا النحو ، يمكننا أن نتحدث عن « موضوع » للعلوم الرياضية ، أعنى أننا نستطيع أن نعين ونحدد ونحلل نوعا من الوقائع تنصب عليه هذه الدراسة ، وإن تكن هذه الوقائع فكرية وعقلية إلى أبعد حد ، بل هى فى نهاية الأمر غير مادية . لكن سنرى أنها كانت مادية فى بادئ الأمر .

فإذا ما تأملنا العلوم الرياضية الحديثة ، أمكننا القول بأن موضوعها مزدوج ، لأنها العلوم الخالصة للترتيب والقياس (٢) كما بين ديكارت بوضوح.

---

(١) دروس فى الفلسفة الوضعية ، الطبعة نفسها ، ص ١١٢ ، ١١٣ .

(٢) Règles pour la direction de l'esprit. Règle IV

فلنحلل هاتين الفكرتين ، بادئين بالثانية [1] .

٢ — القياس يخلق العدد والمقدار : —

إن القياس عملية فنية معروفة ، يكوّن المرء بها — عن طريق كمية تسمى وحدة القياس » — كمية أخرى مثالية يجب أن تكون فى نهاية العملية مساوية تماما لكمية حقيقية مقررة . فمن الممكن مثلا ، استخدام « المتر » الجامد لتكوين خط مستقيم مثالى ، ينطبق على ضلع المنضدة ، وله نفس طرفيه . وهذه العملية تنطوى ، كما هو واضح ، على معنيين : معنى المساواة ، ومعنى الجمع ؛ وذلك لأن وحدة القياس يجب أن تظل مساوية لذاتها ، وإذا ما جمعناها مع نفسها عدداً معيناً من المرات ، أنتجت كمية مساوية للكمية المطلوب قياسها .

وللكم نوعان : كم منفصل ، هو العدد ، الذى يتكون أساسا من وحدات ، وكم متصل أو مقدار ، ويمكننا أن نلحظ فيه وحدات اخترناها بإرادتنا . ويتكون العدد — مؤقتاً فى الأقل — من وحدات لا تقبل الانقسام . أما المقدار فهو ينقسم إلى ما لا نهاية له .

وإذن يمكننا أن نميز ، فى رياضيات القياس ، بين مجموعتين : رياضيات المقدار ، ورياضيات العدد .

---

(١) سوف نرى فى الفصل التالى (القسم ١٩) أن الموضوع الأساسى للعلم الرياضى المسمى بتحليل المواضع Analysis situs أو علم المواضع topologie هو فكرة الترتيب .

٣ ــ رياضيات المقدار هى : الهندسة والميكانيكا الأوليتان :

إن موضوع الهندسة الأوليـة هو المكان . وقد ظهرت فى القرن السادس ق . م . فى اليونان . وكان أول علماء الهندسة الفيثاغوريون وعلى رأسهم فيثاغورس (من ساموس Samos) . وقد أكملها من بعده عدة علماء يونانيين ، واتخذت صورتها التقليدية على يد الأستاذ الإسكندرى إقليدس (٣٣٠ — ٢٧٠ ق.م) ، وقد ظل كتابه « العناصر » الذى يشتمل بجانب هندسة السطوح وهندسة المكان ، على نظرية للنسب ؛ بل على نظرية للمعادلات ــ ظل هذا الكتاب أنموذجا لكل الكتب الأولية التالية ، خلال ما يربو على العشرين قرنا .

أما الميكانيكا فتدرس الزمان والحركة ، والقوة . وتنقسم الميكانيكا التقليدية إلى ثلاثة أقسام .

(١) الاستاتيكا [السكونية] التى تدرس القوة ، ومراكز الثقل ، وشروط التوازن . وقد أسس هذا العلم أرشميدس السيراكوزى (٢٨٧ — ٢١٢ ق . م) .

(٢) السينماتيكا (Cinématique) [الحركية] التى تدرس الحركة وأنواعها المختلفة ، وانتقال الحركة بواسطة التروس بأنواعها المختلفة ، والقضبان ، ودواليب الحركة ، وكل أجهزة الأدوات الصناعية بوجه عام . وقد ظهر هذا العلم على يد جاليليو (١٥٦٤ — ١٦٤٢) .

(٣) الديناميكا ، التى تحدد العلاقة بين القوة والحركة . وقد اتخذت صورتها الحالية على يد نيوتن (١٦٤٢ — ١٧٢٧) .

٤ — المكان أو الامتداد ، هو مقياس كل المقادير الأخرى ورمزها :

المكان هو أولا مقياس الزمن ورمزه . فالواقع أن الزمان عابر بحسب جوهره ، وأجزاؤه يختفي بعضها إثر بعض على الدوام . وليس هناك وسيلة أخرى لتصوره ودراسته إلا بالرمز له بخط يسير فيه جسم متحرك . بل سنرى فيما يعد أن العلم المعاصر يجعل الزمان البعد الرابع للمكان . فليس ثمة وسيلة قياسه إلا بالمكان ، عن طريق الحركة .

٥ — مقياس الزمن يرد إلى مقياس المكان :

فلنتريث لحظة عند مقياس الزمن ، وهو مشكلة رياضية ترجع إلى عدة ألوف من السنين : فمن المحال تثبيت وحدة زمنية ، لنجعل منها أساساً للقياس يمكن الاحتفاظ به ؛ بل يجب أن يصبح الزمان مكانا ، ويقاس على هذه الصورة . وهذا لا يتأتى إلا إذا تحول الزمان إلى حركة . غير أن الحركة التي ترمز إلى الزمن هي حركة مطردة . فأين نجدها ، إذا كنا لا نعلم كيف نقيس الزمن ، وكيف أن الأمكنة المتساوية تقطع في أزمنة متساوية ؟ تنطوي هذه المشكلة على نوع من الدور ، لم تخرج منه البشرية إلا بصعوبة كبيرة : فلقياس الزمن ، تختار حركات يحق لنا افتراض اطرادها ، أو اطراد تعاقبها في فترات منتظمة . ويقوم هذا الافتراض المشروع على سببين ، أولهما سبب سلبي : فلنا أن نعد الحركة التي لا يطرأ عليها ما يسبب تغيرها حركة دورية باطراد . ومن قبيل ذلك ، الحركات الفلكية ، التي لا يؤدي الاحتكاك إلى إبطائها ، والتي تعود ، فضلا عن ذلك ، على أعقابها ، أي تظل مرتبطة بعلتها دائماً . والسبب الآخر إيجابي ، وهو ينحصر في أن العلة

المنتجة للحركة تؤثر دوريا ، وعلى نمط واحد : فالجسم الذى يسقط ، مثلا ، يصلح أن يكون، فى سقوطه، مقياسا لوحدة الزمن، إذا نجحنا فى جعله يسقط ثانية ، بعد سقوطه الأول مباشرة ، فى نفس الظروف ، ومن نفس الارتفاع، أو إذا ما سقط جسم آخر مماثل له من كل الوجوه بعد سقوطه مباشرة ، وبنفس الطريقة . وذلك هو وصف أدوات قياس الزمن ، المبنية على الثقل ، كالساعة الرملية أو المائية ، التى تفى بالشرط الثانى ، والبندول الذى يفى بالشرط الأول . ولقد كانت الساعات الرملية والمائية هى أقدم الساعات التى يمكن حملها ، والفكرة التى تبنى عليها مفهومة . وأخيراً ، فإن الوسائل المختلفة للقياس تحقق كل منها الأخرى : فالساعة الرملية تحقق صدق الساعة التى تكونها حركات النجوم ؛ بل تمكننا من الاختيار بين هذه الحركات ، التى لا تتصف جميعها بالانتظام . أما البندول ، فاستخدامه أحدث بكثير من الساعة الرملية . وإنا لنعلم أن جاليليو قد اكتشف تساوى هزات «البندول» الضعيفة التى تبطىء شيئاً فشيئا فى الزمن : أما الهزات « المستمرة » فمن الواضح أن تعريفها يدل على أنها متساوية فى الزمن ، ما دام البندول المعلق هو ثقل يظل دائماً متساوياً ، ويعود دائماً إلى السقوط من نفس الارتفاع .

ولقد اكتشف « جاليليو » تساوى زمن هذه الهزات الأولى عن طريق مقارنتها بضربات الساعة النابضة (ساعة قديمة ، غير دقيقة) ، ثم حققها فيما بعد ، بمقارنتها بالحركات الفلكية . وقد أفلح بعد ذلك فى الربط بين البندول وسقوط الثقل ، وفى الوقت ذاته ، نجح فى الربط بين ذبذبات البندول فى الساعة ذات البندول وذات الثقل . وقوام هذه الآلة العجيبة ، ينحصر فى الربط بين ثقل يسقط بضربات صغيرة منتظمة ، وبين بندول ذى هزات

متصلة . ويرتبط الثقل والبندول بطريقة تجعل كلا منها يتجنب الآخر ، بحيث أن ضربات البندول تثير السقطات المتعاقبة للثقل ، ثم توقفها ، بانتظام ، وبحيث أن سقوط الثقل ، هو الآخر ، يبقى على ضربات البندول . وتؤدى حركة الثقل إلى إدارة جهاز من المؤشرات ، له وجه دائرى ، يمثل مجرى الزمان ذاته .

وعلى هذا النحو حلت البشرية مشكلة قياس الزمن .

٦ — قياس الحركة يرجع هو الآخر إلى قياس المكان :

أما الحركة فتقاس بمقياس الزمن ، وبمقياس مسارها ، وبهذا يمكن الوصول إلى تحديد سرعتها ، التى هى الجزء الذى قطع من مجال الحركة خلال وحدة زمنية ، وتمثل هذه السرعة بموجه السرعة ، وهو جزء من مستقيم يمثل الاتجاه مباشرة ، ويمثل القيمة المطلقة للسرعة بطريقة رمزية .

ولقد أثار تصوير القوة بدوره مشاكل متعددة ، حلتها البشرية بالتدريج . فالقوة هى أولا الجهد الذى يبذل للتغلب على الثقل ، بطريق مباشر أو غير مباشر . وهذه القوة أصبحت تقاس بالميزان ، ثم حلت محل فكرة الوزن فكرة الضغط ، التى لا تخضع لنفس القوانين ، كما تدل على ذلك مثلا نقيضة توازن السوائل ؟ وأخيراً عرف نيوتن القوة ، فى أعم معانيها ، بأنها دالة مرتبطة بمعدل السرعة .

فالمعادلة : ق = ك × س [القوة = الكتلة فى السرعة] أصبحت هى المعادلة الأساسية للميكانيكا الكلاسيكية .

٧ — المكان « صورة »

قلنا إن المكان هو موضوع الهندسة . غير أن هذا الموضوع ليس « شيئاً » ، على غرار الضوء أو المادة . إذ لو كان شيئا ، لكان إما مخترقا لهما أومجاوراً لهما ، فهل لنا أن نعده حاوياً réceptacle (أو حاوياًشاملا πανδεχὲς كما قال أفلاطون) ؟ لكن المكان لا يمكن أن يكون حاوياً إلا بمعنى مجازى ، إذ أن الحاوى الحقيقى له حدود ، وشكل ، وهـذا ما لا يتوافر فى المكان .

إذن فما المقصود بالقول بأن المادة فى المكان ، أو أن المادة ممتدة ؟

إن المقصود بقولنا إن المادة فى المكان ، هو أنها تقبل « التجاور » تبعاً لقوانين معينة ، وأن أجزاءها المختلفة تشغل حيزاً ، بحيث أن كلا منها يستبعد الآخر ، تبعا لشكله ومقداره وبعده . أما المقصود بقولنا إن المادة ممتدة ، فهو أن لها شكلا ومقداراً وأبعاداً داخلية ، خاضعة لقوانين معينة . ومن هذا نستنتج إذن أن المكان أو الامتداد هو مجموعة من القوانين التى تنظم تجاور الأشياء تبعا لشكلها أو مقدارها أو بعدها . ولكن إذا أردنا إكمال فكرة المكان وجب علينا أن نضيف أن هذه المجموعة من القوانين تتحكم فى الوقت نفسه فى الإدراك الحسى للمادة ، وأنها هى التى تجعل هـذا الإدراك ممكنا . فالمكان يشبه الشمس المعقولة عند أفلاطون بالنسبة إلى المثل ؛ لأنه ينظم وجود المادة وإدراكنا لها فى آن واحد . وهذه الطبيعة المزدوجة للمكان ، التى تجعل منه قانونا داخليا للمادة ، وقانونا لإدراكها فى الوقت ذاته ، يُعبر عنها بكلمة « الصورة » . فالمكان هوصورة الحساسية الخارجية ، كما يقول « كانت » ، وكلمة « صورة » تستخدم هنا بمعنى مجازى ،

أصبح مألوفا منذ أرسطو . وهى ترجمة لكلمة εἶδος فى اليونانية . ويطلق أرسطو هذا الاسم على التركيب الداخلى لشيء ما ، والتنظيم الذى يتميز به ، والذى يجعله قابلا لأن يعرف . فالامتداد أو المكان هو التركيب الأساسى للمادة ، وهو الذى يجعل إدراكها ممكنا .

فكيف تعرف هذه الصورة ؟

٨ — هذه الصورة أولية a priori

هناك مذهب فلسفى دعت إليه ، بوجه خاص ، المدرسة الفلسفية الانجليزية فى القرنين السابع عشر والثامن عشر (لوك ١٦٣٢ — ١٧٠٤ ، هيوم ١٧١١ — ١٧٧٦) — هذا المذهب لا يكتفى بالقول بأن لمعارفنا جميعها « أصلا » تجريبيا — وهو أمر لا شك فى صحته ؛ إذ أننا لا نستطيع أن نعرف شيئا قبل التجربة — بل يذهب إلى أن كل معارفنا ناشئة عن التجربة أو الحواس — وهو أمر مختلف كل الاختلاف ؛ إذ معناه أن التجربة وحدها هى السبب فى وجود معارفنا كلها وفى تبريرها . وسنرى فيما بعد ، أن هذا الرأى لم يتفق عليه مطلقا . ومن جهة أخرى ، فإن التسوية بين التجربة والإحساس ، هو بدوره ، رأى لم يتفق عليه مطلقاً ؛ إذ ليس من المؤكد أن التجربة ترجع إلى الحس ؛ بل من الجائز أن تحتوى على عناصر تأتى من مصدر مختلف كل الاختلاف — ويسمى هذا المذهب بالمذهب « التجريبى » (empirisme) ، وهى كلمة مشتقة من اليونانية ἐμπειρία ، ومعناها التجربة (١) .

---

(١) كان اليونانيون يطلقون اسم التجريبى ἐμπειρικός على التجربة ، دون ان تدعمها أية نظرية .

كذلك يوجد مذهب تجريبي يسلك نفس المسلك فى تفسير أصل المعانى التى تكون الامتداد .

ولنضرب لذلك مثلا : فكتب الهندسة الأولية تقول عادة إن الخيط الممتد يوحى إلينا بفكرة الخط المستقيم ، وإن صفحة المياه الهادئة توحى بفكرة المسطح . ولكن إذا ما تركنا جانبا الصعوبة التى تتمثل فى أن الخيط الممتد ليس خطا مستقيما ، وإنما هو منحن يسمى « قوسا » ، قد يقترب أو يبتعد عن الخط المستقيم الذى يعتبر حده النهائى ؛ وكذلك إذا ما تركنا جانبا الصعوبة الأخرى، التى تتمثل فى أن صفحة المياه الهادئة ليست مسطحا ، لوجود التموجات التى ترفع الماء بهدوء شديد على الضفتين فكيف يمكن أن نتصور العملية التى «نغض الطرف» فيها عن سمك الخيط ؟ إن «غض الطرف» معناه « ألا نحسب حسابا ... » ، أى أن « نغفل ، أو ألا ندرك » . ولكن إذا كان المرء يغفل السمك أولا يدركه ، فذلك لأنه يفكر فى شيء آخر : أى يفكر فى محور الخيط ، ويتصور الخط المستقيم الذى يعبر عن اتجاهه . غير أن هذا التجريد لا يحل مشكلة معرفة مصدر فكرة المحور والاتجاه . وفضلا عن ذلك ، فعلم المكان يثير أفكاراً أخرى عديدة ، تفوق هذه عمقاً وتعقيدا ، ومنها المنحنيات ، مثل « القطاعات المخروطية » ، بما فيها من قطع مخروطى وقطع زائد وقطع ناقص — وهى كلها معان أصبح بحثها أمراً مألوفاً منذ عهد بعيد . ولكن التجربة لا تزودنا بأية صورة محددة لها ، ونحن، وإن كنا نقول إن مدارات الكواكب بيضية ، فإننا متى أردنا أن نتبين ذلك وجب علينا أن نتصور الشكل البيضى أولا ، دون أى نموذج ولم يكن لدى اليونانيين ، حين أدركوا القطاعات المخروطية ، أى أنموذج ؛ بل استمدوها كلها من أذهانهم .

إذن يجد المرء نفسه مضطراً إلى القول بأن فكرة الامتداد لا تأتى من التجربة، وأن الهندسة بأسرها « أوّلية a priori »، أى أن التجربة ليست هى الأساس الذى يبرر وجودها .

٩ — لكن المكان لا ينكشف بحدس «أوّلى» ، بل هو يركب بطريقة أولية :

وعلى ذلك ، فالمذهب الأولى أو العقلى هو الصحيح . ومع ذلك ، فعلينا أن نحسن فهم هذا المذهب ، وألا نفرط فى تبسيطه . وأبسط صوره — بل أبسطها إلى حد الغلو — هو الاعتقاد أن هناك عالما عقليا ، نستكشفه بملكة خاصة ، أو قد تكشف لنا بالأحرى قبل التجربة ، أىقبل ميلادنا ، وهو كما ما يقال عالم « فطرى » . وتلك هى بحذافيرها نظرية أفلاطون ومالبرانش (١٦٣٨—١٧١٦) : فقد وصف أفلاطون رحلة النفس خلال عالم « المثل » قبل هبوطها إلى عالم الأبدان ، كما قال مالبرانش » إننا نرى « الامتداد المعقول » فى العقل الإلهى . لكن يجب علينا أن نتعمق فى فهم فكرتهما ، إذ لو فهمها المرء على نحو سطحى ، لواجهته صعوبات لا سبيل إلى حلها : إذ ما هى ملكة إدراك المعانى المحضة ، ورؤيتها على نحو ما نرى الأجسام ؟ إنها نوع من الإحساس الذى ينصب على شىء غير المادة . وإذا فهم المذهب العقلى على هذا النحو ، لم يعد إلا مذهباً تجريبياً محولا ، يغلب عليه طابع الأسطورة .

والفكرة التى ترشدنا فى تفسير المذهب الأوّلى apriorisme ، هى أن أفلاطون يرى أن العالم المحسوس ، أى عالم الإدراك الحسى ، مستمدمن العالم

المعقول ، أى من عالم الهندسة . أما « مالبرانش » ، فيزعم أننا عندما ندرك حسياً ، فنحن « نرى فى الله » ، أى نرى عالم الأجسام من خلال الامتداد المعقول ، وعن طريق هذا الامتداد . وهذا ينبهنا إلى ضرورة البحث عن نقطة بدء الهندسة فى الإدراك الحسى ذاته .

ونقول نقطة البدء ، ولا نقول « الأصل أو السبب » . فمعنى ذلك بعبارة أخرى أن الإدراك الحسى ليس هو الذى يفسر الهندسة ، بل الهندسة هى التى تفسر الإدراك الحسى . فالهندسة تبدأ مع الإدراك الحسى . ولقد قال ليبنتز (١٦٤٦ — ١٧١٦) إن العالم قد ظهر عندما كان الله يحسب Dum. Deus calculat fit mundus . ويمكننا القول « بأن العالم قد ظهر عندما كان الإنسان يحسب Dum homo calculat fit mundus ، أى أن العالم قد ظهر من تلك الهندسة التلقائية التى هى الإدراك الحسى .

فإذا أردنا فهم المذهب العقلى ، وجب علينا أن ندرك أن العقل يبدأ فى أداء وظيفته منذ مرحلة الإدراك الحسى . لكن ينبغى أيضاً ألا نتصور العقل على أنه مجرد وظيفة تأملية ؛ بل على أنه نشاط فعال ، عامل ، يبنى العالم عندما يدفع الإنسان بأكمله ، بجسمه وروحه ، وذهنه وعضلاته ، إلى العمل ، ولا يكتفى فى ذلك بالإنسان الفردى وحده ، بل بالإنسان الجماعى الذى يحيا فى مجتمع .

١٠ — النشاط الفعال ينشىء المكان بوساطة مجموعات من الحركات فى الإدراك الحسى :

وإذن فما صورة الشىء ، وبعده ، ومقداره ؟ إنها إحساسات بصرية

ولمسية نضمها ، بعضها إلى بعض ، عن طريق حركات : حركات استطلاع ، وعبور ، ومقارنة . وهـذه الحركات حقيقية ، تؤديها الأذرع والأرجل ، وتهدف إلى تمكيننا من النفاذ إلى العالم المادى ، المشترك بيننا وبين أقراننا . ولـكننا ندرك العالم المادى ،وذلك فى نفس الوقت الذى ننشىء فيه هذا العالم بفاعليتنا فيه ؛ إذ أن المسافة ، والصورة ، والمقدار ، كلها أفكار : فالصورة شكل هندسى يُستمد منه المظهر المرئى والإطار الملموس والعضلى للشىء ، وهما يعبران عنها بطريقتهما الخاصة ، والمسافة علاقة بين الشىء وبيننا ، وهى بدورها علاقة عقلية فى جوهرها ، لأنها تستخدم فى تفسير التناقض الظاهرى بين فقدان الاتصال اللسى ، ووجود الاتصال البصرى ، وهو تناقض يزداد قوة لأننا عندما نحاول القضاء على فقدان الاتصال اللسى ، أى عندما نلمس الشىء ، فإن الصورة البصرية تتضخم شيئا فشيئا .

وليس لنا أن نأمل هنا أن نصف النشاط الفعال للعقل الذى يسيطر على الجسد فى الإدراك الحسى ، وإن نستطيع إلا أن نقدم عنه فكرة مختصرة ، تكفى فى بيان أن المكان يبنى ابتداء من الإدراك الحسى .

١١ — يمكننا الشعور بهذا النشاط الفعال عن طريق الرسم :

ويبقى علينا أن نجعل علمنا بالمكان ممكنا ، أعنى أن نحوله إلى موضوع معين . على أن المكان ليس موضوعا فى ذاته ؛ بل هو صورة ، كما سبق أن قلنا . ومهمتنا هنا هى أن نحدد له نوعا من الوجود المادى . فما هدف هذه العملية ؟ إن لها هدفا مزدوجا : هو أن نشعر بالنشاط الفعال الذى كوّنا به المكان ، ذلك النشاط الذى كان خليقا بأن يظل غير منفصل عن أثره ، أى

غير منفصل عن العالم المادى — ثم إضفاء الكمال على النتيجة التى نصل إليها ؛ إذ من الممكن أن يكون المكان ، بمعنى ما ، أكثر اتساعا من العالم المادى ، وأن يسمح بتجاوز ذلك العالم .

وينبغى أن نؤكد هذه النقطة الأخيرة بأن نقدم مثلا لتقدم الهندسة بالنسبة إلى الإدراك الحسى . فالعالم الذى ندركه حسيا كرة جوفاء نعيش فى وسطها . وهو بعبارة أدق ، كما قال ما لبرانش « شبه بيضاوى دائرى » أى أنه فلك مسطح فى اتجاهه العمودى ، لأننا نميل إلى اعتبار المسافة التى تباعد بيننا وبين السمت على أنها أقل من تلك التى تفصلنا عن الأفق ، كما يدل على ذلك كبر الحجم الظاهرى للقمر عندما يكون قريبا من الأفق . فلنقل إذن إن معنى الشكل الكروى يبلغ فى ذاته حدا بعيداً من العمق ، وأن البدائيين كانوا يتصورون أشكالا أكثر سذاجة من ذلك إلى حد كبير ، كوجود أمكنة مربعة مماثلة لخريطة موطن القبيلة . هذا ولنلاحظ أن هذا المكان المدرك ليس متساوى الوجهات anisotrope ، أعنى أن اتجاهاته ليست متساوية : فالاتجاه الرأسى ، وهو اتجاه الثقل ، له طابع مميز ، إذ أن للعالم المدرك أعلى وأسفل .

وإن الهندسة فى مراحلها الأولى هى التى جعلتنا نتصور مكانا لا متناهيا، ومتجانسا ، على أنه أساس مثالى للمكان الذى ندركه بالحس . وعندئذ نفهم أن من الممكن أن تتبادل الاتجاهات فيما بينها ، إذا ما نظرنا إليها على أنها مجرد اتجاهات فحسب ، وأنه من الممكن مد كل اتجاه إلى ما لا نهاية ، من حيث هو اتجاه . ونقول بالاختصار إن المكان المتجانس واللامتناهى هو الشعور الذى نكونه لأنفسنا عن المكان الذى ندركه حسياً .

بقى علينا أن نوضح العمليات الفعالة التى نصل بها إلى هذا الشعور . والواقع أن ذلك يتم عن طريق الرسم والأساليب العملية التى تستمد منه ، كالنحت وقطع الأحجار . فبهذه الأساليب ، لا نقتصر على اجتياز المكان ، بل نصنعه ونحققه مادياً ، وإذا نحن أدركناه بحواسنا على أنه موضوع ، استطعنا التفكير فى طبيعته . فالرسام هو أول عالم هندسة ، وهو فى الوقت نفسه أول من يفكر فى المكان بطريقة ميتا فيزيقية .

١٢ — الانتقال العلى من الهندسة إلى الميكانيكا انتقال مباشر :

وإذا أدركنا المكان عن طريق الرسم ، ثم عن طريق الهندسة ، التى هى رسم عقلى ، فأننا ننتقل انتقالا طبيعيا إلى الميكانيكا .

والواقع أن الميكانيكا قد بدأت بوصفها هندسة للآلات [الماكينات μηχαναί] . والمقصود بالماكينات ، الآلات التى يستخدمها الإنسان ليزيد من قدرته ، ولكى يبذل قوة أقل للتغلب على مقاومة أكبر ، كما هى الحال فى « العتلة » مثلا . وإذا حاول المرء فهم الصفة شبه السحرية للعتلة ، فإنه يرسمها ؛ وعندئذ يدرك أنها نوع من الميزان المائل غير المتعادل ، ويحاول أن يفسر عدم تساوى الأثقال المتوازنة بعدم تساوى الذراعين (١) .

١٣ — المذهب العقلى أو الأولى يؤكد النشاط الفعال المستقل للعقل :

ونتيجة ذلك هى أن أفلاطون ومالبرانش كانا على حق فى الواقع : فهناك بالفعل عالم عقلى ، بمعنى أن هناك عالما من الحقائق العقلية التى يدركها الذهن ،

(١) انظر الفصل الثالث عشر ، قسم ٤ : ذلك هو العمل الذى قام به أرشميدس .

بصرف النظر عن التجربة . غير أنه من الضرورى أولا أن ننظر إلى هذا العالم على أنه « غير منفصل عن التجربة » أى أنه كامن فيها . فنحن نبنيه فى التجربة ذاتها ، حتى يتسنى لنا فهمها . والعالم المادى أثر من آثار التجربة ، ولا يفهم إلا عن طريقها .

ثم يجب علينا النظر إلى هذا العالم على أنه ناتج عن فاعلية . فالعقل ليس سلبيا تجاه العالم الهندسى ؛ بل إنه هو الذى « يخلقه » بأقوى معانى كلمة الخلق ، أى بمعنى أنه هو أصل وجوده ، وهو الذى يخترعه .

على أن هذا الإبداع لا يتم اعتباطا ؛ بل هو أمر « يحقق » فى كل لحظة ، أعنى أنه يندمج فى حقيقة العالم المادى . فالإدراك الحسى يحقق فى كل لحظة عن طريق الفعل المادى . والهندسة تحقق ، وذلك لأنها لما كانت تستخدم أساسا لعلم الطبيعة وللمعرفة العلمية الخاصة بالمادة تبعا لذلك ، فإن هذه الأخيرة هى السبيل إلى التحقق من صدقها .

١٤ — العلم الأول للعدد هو الحساب الذى وضع الفيثاغوريون أسسه :ـ

ونصل الآن إلى رياضيات العدد . لقد كان الفيثاغوريون هم الذين وضعوا أسس علم العدد ، ويمكن القول ، بمعنى ما ، إنهم قد اكتشفوه فى السماء ذات النجوم ، التى تتمثل لنا فى أشكال وأعداد فى الوقت ذاته . على هيئة مجموعات من النجوم . ولذا فإن الفكرة الأولى للعدد كانت تنحصر فى نقط متجمعة فى أشكال معينة ، فالعدد المربع ، مثل ٩ ، شكل مكون من ٩ نقط مجموعة فى مربع ، له ثلاث خطوط فى كل منها ثلاث نقط . وعلى هذا النحو بدا العدد منفصلا بوضوح ، أى بدا مكونا من وحدات .

وبهذه الرمزية الساذجة ، برهن الفيثاغوريون على نظريات حسابية . فمن المعروف مثلا أن مجموع الأعداد الفردية حتى (٢ ن — ١) يساوى ن^{٢} . ولقد أثبت المحدثون ذلك باستخدام التدوين الجبرى ، فكتبوا المتتالية :

١ + ٣ + ٥ + ... + (٢ ن — ٣) + (٢ ن — ١)

ثم كتبوها هى نفسها بالعكس . كل حد تحت السابق .

(٢ ن — ١) + (٢ ن — ٣) .... + ٥ + ٣ + ١

والمجموع يعادل ٢ ن^{٢} ، لأن كل حد يساوى ٢ ن ، وعدد الحدود «ن» لأن المدى بينهما يساوى «ن» إذا كان هو ذاته مساويا ٢ ن — ١ . فإذا كان المجموع يعادل ٢ ن^{٢} ، فإن كلا من المتتاليتين تساوى ن^{٢} [1] .

---

(١) (لشرح هذه النظرية ، نفرض أن ن = ٥ فيكون (٢ ن — ١) = ٩
ومجموع الأرقام الفردية حتى ٩ هى ١ + ٣ + ٥ + ٧ + ٩ = ٢٥ ، أى ن^{٢} .
أما شرح البرهان الجبرى الحديث عليها فهو :

١ + ٣ + ٥ + ٧ (أى ٢ن ـ ٣) + ٩ (أى ٢ن ـ ١)

٩ (أى ٢ن ـ ١) + ٧ (أى ٢ن - ٣) + ٥ + ٣ + ١

إذا جمعنا كل عددين رأسيين معاً ، كان مجموع كل منهما = ٢ ن ، وهذا ظاهر بالحساب ، كما أنه بالجبر ظاهر أيضا ، لأنه سيساوى (١ + ٢ ن ـ ١) أى ٢ ن وكذلك ٣ + (٢ن ـ ٣) أى ٢ ن وهكذا .. .. أى أن لدينا مجموعات رأسية كل منها = ٢ ن ، وعدد هذه المجموعات ذاتها يساوى ن (لأنها هى الأعداد الفردية ، التى يفصل بين كل منها عدد زوجى) . فبالضرب إذن يكون مجموع الصفين معاً ٢ ن^{٢} ـ ولما كان كل منهما معادلا للآخر ، كان كل منهما ن^{٢} (وهو المطلوب) (المترجم) .

ومن هذا يتتج أن مجموع الأعداد الفردية المتوالية يعطى المربعات المتوالية [١] . ولقد كان الفيثاغوريون يقولون إن كل مربع يساوى المربع السابق مضافا إليه زاوية الظل [gnomon] —وكانوا يعبرون بكلمة زاوية الظل عن العدد الفردى ؛ إذ أن العدد الفردى يتكون من عددين متساويين، مضافا إليها العدد «١» ، مما يرمز إلى زاوية قائمة ضلعاها متساويان ، بحيث يكون الواحد المكمل هو رأس الزاوية . فزاوية الظل هى مثلث مفرغ ذو زاوية قائمة [٢] .

وهاك الشكل الفيثاغورى الذى يمثل هذه النظرية [٣] .

وبالطريقة نفسها أثبت الفيثاغوريون أن مجموع الأعداد الزوجية حتى

(١) فمثلا ١ + ٣ (وهما أول عددين فرديين) يعطى أول مربع ($٢^٢$) ، ١ + ٣ + ٥ يعطى المربع الثانى ($٣^٢$) ، ١ + ٣ + ٥ + ٧ يعطى المربع الثالث ($٤^٢$) وهكذا (المترجم) .

(٢) كانت صورته الأولى هى القضيب العمودى المغروز فى الأرض ، والذى يلقى الظل على المرقم الشمسى ، وهو يعد الأصل الأول للآلات المعقدة التى تستخدم اليوم فى المراصد . (المؤلف) .

(٣) يلاحظ أن العدد المفرد (٥ يمثله هنا الشكل وهو أشبه بالظل تلقيه العصا على الأرض ، ومن هنا كانت تسميته بزاويه الظل . كما

٢ ن يساوى ن (ن + ١) [٤]. وفى هذه الحالة تسمى المجموعات المتعاقبة « متغايرة » . أعنى أعداداً كالمستطيلات قائمة الزوايا ، تتغاير فى كل مرة ، إذ أن العلاقة $\frac{ن + ١}{ن}$ تتنوع تبعاً لكل قيمة من قيم ن . كذلك برهنوا على أن مجموع الأعداد المتعاقبة حتى ن يساوى $\frac{ن (ن + ١)}{٢}$ (٢)

وتسمى المجموعات المتعاقبة باسم الأعداد « المثلثة » ، إذ أن المقـــدار $\frac{ن (ن + ١)}{٢}$ يمثل مساحة المثلث .

١٥ — العدد يركب فى الإدراك الحسى ذاته ، بواسطة النشاط الفعال للذهن :

قلنا إن الحساب قد بدأ بتأمل السماء ذات النجوم . لكن هذا لا يعنى أن فكرة العدد تأتى من الملاحظة . فلنعترف بأن التجربة تبدو فى هـذه الحالة مواتية تماما لتمييز الوحدات ، إذ أن الوحدة فى هذه الحالة نقطة تنفصل تماما

= أنه أشبه بالمثلث ذى الزاوية القائمة المفرغ على أساس أن شكل المثلث أصلا هو (المترجم) .

(٤) إذا فرضنا أن ن = ٢ مثلا كان مجموع الأعداد الزوجية حتى ٢ ن هو ٢ + ٤ + ٦ أى ١٢ ، ويساوى ٣ (٣ + ١) (المترجم)

(١) نفرض أن ن هنا « ٥ » ، فيكون مجموع الأعداد المتعاقبة حتى ٥ هو ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ = ١٥ أى $\frac{٥ (٥ + ١)}{٢}$ (المترجم)

على صفحة السماء ، بحيث لا يكون أمامنا إلا أن نراها كلها متشابهة ، متجانسة (فيما عدا الفروق فى اللمعان) ، وغير قابلة للقسمة مطلقاً ولكن لم يكن بدّ من وجود شروط أخرى لكى تظهر فكرة العدد : فيجب أولا أن تطبق هذه الفكرة على كل المجموعات ، أى أن يكون العدد ٧ ليس خاصاً فقط بعدد نجوم « الدب الكبير » ، بل بعدد أيام الأسبوع أيضا ، وبعجائب الدنيا ، وحكماء اليونان ، الخ . وينبغى أن ينطبق العدد نفسه على كل المجموعات التى يمكن إحصاء نفس مجموعة الوحدات فيها : مثل الكرات (فى عداد البلّى) والتفاح (فى سلة تفاح) على أنه عندما لا يكون الأمر متعلقاً بنجوم ، فإن الوحدة لا تبدو فى ظروف تجريبية مواتية كهذه : فالوحدات ليست غير منقسمة ، ولا متجانسة . وفضلا عن ذلك ، فكيف يميز بين عددين مختلفين ؟ إن الملاحظة لا تطلعنا إلا على خاطر غامض للاختلاف بين مجموعتين . هذا إلى أن ذلك الخاطر يختفى إذا كان الفارق العددى أقل من حد أدنى معين . فمثلا ، ليس ثمة فارق ، بالنسبة إلى البصر ، بين مجموعة مكونة من ١٠٠ نجم ، ومجموعة أخرى من ١٠١ نجما . أما من الوجهة العددية فهذا الفارق يساوى ذلك الذى يتمثل بين نجم مزدوج ونجم بسيط .

فلنقل إذن إنه لا وجود للعدد إلا إذا عد المرء أو أحصى . وهذه الفكرة نتيجة مباشرة لتحليلاتنا السابقة . وهى تناظر تماما الفكرة التى عرضناها بصدد المكان . فقد شرحنا المكان عن طريق نشاط فعال للعقل ، يعبر المجال الإدراكى ويرسم . وكذلك نشرح العدد بالعدّ ، أى فعل الإحصاء .

وهكذا تظل فكرتنا عن المذهب العقلى أو الأوّلى على ما هى عليه .

فنحن نرى أنه على صواب فى مخالفته للمذهب التجريبى ، ولكن بالشروط نفسها . فليس هناك عالم عقلى للأعداد ، وإنما توجد عملية عقلية للعد بطريقة سابقة على التجربة . وبهذا المعنى تكون النظرية الفيثاغورية عن العقول λόγος أو الأعداد المثالية ، ونظرية ما لبرانش عن الأعداد العادة "nombres nombrants"[1] صحيحتين .

١٦ — العد ، عملية مادية وعقلية فى آن واحد :

وهذا يؤدى بنا إلى تحليل عملية العد . ولنلاحظ أن لهذه العملية مظهرين: فهى مادية من جهة ؛ إذ أنها فعل عملى ينصب على أشياء مادية ، كالبلى فى صندوق « البلى » . غير أن هذه العملية المادية تصحبها عملية عقلية هى تفسير لها . فالكل يكون نوعا من الإدراك الحسى الإيجابى ، مشابها تماما لإدراك المكان حسياً .

ولقد أطلق على أبسط صورة لهذه العمليات اسم « مقابلة واحد بواحد échange un contre uu » . وقوامها أن نجعل لكل شىء فى مجموعة شيئاً يقابله فى مجموعة أخرى ، ونحقق تطابقهما واحدا مع الآخر . ولنضرب لذلك مثلا بالطفل الذى لا يعرف العد ، فيكلف بشراء عدد من التفاح بقدر مامعه من القروش . فهذا الطفل يستطيع أن يتأكد من أن كل قرش تناظره تفاحه .

---

(١) وهى عنده فى مقابل « الأعداد المعدودة nombres nombrés » : فالأعداد العادة هى الأعداد بمعناها الصحيح ، أى الأعداد المحضة ، التى تعبر عن عملية العد ، أما الأعداد المعدودة فهى المجموعات التى نعد وحداتها .

على أن هذا لا ينطوى بعد على فكرة العدد ؛ بل على فكرة الوحدة العددية .

ولا يصل المرء إلى المرحلة التالية ، إذا عرف كيف يعد على أصابعه ، بل إذا عرف كيف يضع وحدة بالتوالى مقابل كل إصبع من أصابعه ، معدودة تبعاً لترتيب معين ، وبحيث يطلق على كل منها اسما مختلفا ، كما يفعل البدائيون . تلك هى المرحلة « الترتيبية ordinale » للعد .

أما مرحلة الأعداد الأصلية [cardinale] فيبلغها المرء عندما يكشف فكرة العدد مميزة ، لا فكرة ترتيب معين بين الأعداد فحسب ، أى عندما يدرك أن كل عدد يمثل مجموعة معينة من الوحدات ، تتكون عن طريق إضافة وحدة إلى المجموعة السابقة عليها فى الترتيب : فالأربعة تعرف بأنها ٣ + ١ . وهذه العملية تتطلب من المرء أن يتصور كل عدد على أنه « كل» يعتبر وحدة لكثرة من الوحدات ، وأن يتصوره على أنه وحدة جديدة فى مرتبة أعلى ، أو بعبارة أخرى أن يتمثل الهوية بين ١ × ٤ . ٤ = ١ × ٤ . ولقد أورد برنشفيك ملاحظة طريفة أبداها الأب « بوردان P. Bourdin » فى « اعتراضاته » على « تأملات » ديكارت ، قال فيها « لقد عرفت شخصاً سمع ذات يوم ، وقد دب النوم إلى جفونه ، دقات الساعة الرابعة ، فعدها على النحو الآتى : واحد ، واحد ، واحد ، واحد ، ولما اهتدى إلى ما فى تصوره من غرابة ، هتف : هذه ساعة مجنونة بحق : لقد دقت الواحدة أربع مرات[1] . وفى هذه الحالة ، شبه المرضية ، التى أدى فيها الشروع فى النوم إلى

---

(١) Brunschvicg : ouvrage cité. § 293.

إحداث خلل جزئى فى التركيب العقلى ، يدرك المرء طرفى الهوية المكونة للعدد ، ولكنه يدركهما منفصلين . فالشخص ، وهو شبه نائم ، لم يعد يدرك الفكرة القائلة إن الواحد مكرراً أربع مرات هو ذاته الاربعة مكررة مرة واحدة .

وعندما تتكون لدى المرء فكرة العدد ، والهوية الأساسية التى تعبر عن تركيبه ، وهى ١ × ن = ن × ١ ، يمكنه تصور فكرة تكوين العدد الواحد ، بطرق كثيرة مختلفة ، كلها متساوية ، وأن يحدد العلاقة بين الأعداد بعضها ببعض ، فيستخلص من الهوية ٣ + ١ = ٤ ، التى هى تعريف العدد ٤ ، أن ٢ + ٢ = ٤ الخ وبهذا يتكون الحساب ،

وسنرى فى الفصل القادم ، حين نعرض مشا كل فلسفة الرياضيات الحديثة ، مدى التوسع الذى طرأ على علوم الامتداد والعدد .

قراءات

— Lalande : ouvrage cité, chap. III.

لالاند : المرجع السابق ذكره . الفصل الثالث

— G. Milhaud : Essai sur les conditions et les limites de la certitude logigue (Alcan 1912).

ميلو : رسالة فى شروط اليقين المنطق وحدوده

G. Milhaud : Le rationnel (Alcan 1898).

ميلو : المعقول .

— Descartes : Règles pour la direction de l'esprit (règles I, II, IV).

ديكارت : قواعد لإرشاد العقل (القاعدة الأولى والثانية والرابعة) .

انظر مثلاً كتاب : «ديكارت» فى مكتبة le pléiade (جاليمار Gallimard)

— Bruncshvicg : Les étapes de la philosophie mathématique (Alcan).

§ 18—23, § 281—308, § 310—318.

برنشفيك : مراحل الفلسفة الرياضية

كتب من أجل دارس الفلسفة

— Jules Tennery : Notions de mathématiques (Delargrave)

جول تانرى : معانى رياضية .

— Painlevé : Les axiomes de la mécanique (Gauthier-Villars, 1923).

بانليفى : بديهيات الميكانيكا

— Pierre Boutroux : L'idéal scientifique des mathématiques (Alcan)

بيير بوترو : المثل العلمي الأعلى للرياضيات

— Gaston Bachelard : Le rationnalisme appliqué (P. U. F. 1949).

جاستون باشلار : المذهب العقلي التطبيقي (أنظر الفصل الخامس : برهان حديث على نظرية فيثاغورس) .

— G. Bouligand et J. Desbats : La mathématique et son unité (Payot).

بوليجان وديبا : الرياضيات ووحدتها .

الفصل السادس

منهجُ العُلوم الرَياضيَة

رأينا فى الفصل السابق أن العلوم الرياضية الأساسية (وهى الهندسة والميكانيكا والحساب) قد عملت ، خلال تاريخها ، على تحديد موضوعها ، تدريجيا . فأصبح تركيبها يتسم بدقة تتزايد دون انقطاع ، وهى تعد اليوم ، بحق ، بناء محكما إلى حد بعيد . ومما له أهميته ، حتى من وجهة نظر الفيلسوف ، أن نفحص سبب هذا الإحكام ، وأن نتبين بوضوح دقة تسلسل التفكير الرياضى .

ولقد حدث بالفعل ، منذ أكثر من قرن من الزمان ، أن أخذ كثير من الرياضيين على عاتقهم مهمة القيام بتحليل نظرى لذلك العلم بعد نشأته . ففكروا فى مبادىء علمهم ، أى فى البديهيات والمعانى التى تعد أساساً للرياضيات . والفكرة البديهية axiome معنى حديث مختلف عن المعنى التقليدى لهذه الكلمة كل الاختلاف. فالمبادىء تكون مشروعة فى نظر التفكير الرياضى الحديث إذا كانت تسمح بتشييد علم متماسك منتج ، لا لأنها تنطوى فى ذاتها على بداهة مطلقة .

والاستدلال الرياضى دقيق منتج ، وهو فى أساسه تعميمى كما أثبت ذلك پوانكاريه ، متخذاً من الاستدلال الترديدى Par recurrence نموذجاً للاستدلال الرياضى . ويؤدى كل من الحدس والتفكير الشكلى إلى تزويد العلوم الرياضية بقدرة هائلة على التعميم .

وفى نهاية الفصل ندرس الهندسات غير الإقليدية ، وامتدادات فكرة العدد .

١ — المبادىء

١ — فكرة المبدأ . ميز إقليدس فى المبادىء بين البديهيات والمصادرات والتعريفات :

إذا قلنا إن الاستدلال الرياضى يتكون من استنباطات دقيقة ، وإنه هو الاستدلال الاستنباطى على الحقيقة ، فى قولنا هذا تكرار لصفة أوضح من أن تستحق مزيدا من التأكيد ، حتى بالنسبة إلى أبسط أنواع التعليم . فصحة النظرية الرياضية تتوقف على صحة الفروض ، على أن تكون قواعد الاستنباط قد طبقت ، بطبيعة الحال ، تطبيقا صحيحاً . ولكى تصدق هذه الفروض يجب أن يكون قد سبق البرهنة عليها ، وهكذا دواليك . غير أننا لا نستطيع أن نتابع هذه الحركة الراجعة إلى ما لا نهاية ، متعقبين سلسلة البراهين فى الاتجاه العكسى . فليس ثمة استدلال دون معطيات أولية . ونقطة البداية هنا قضايا ليست نتائج لأى برهان ، وتسمى هذه القضايا الأولية بالمبادىء — وهى تستخدم أساساً لبراهين النظريات الرياضية . ويميز إقليدس، فى هـــذه المبادىء ، بين البديهيات والمصادرات والتعريفات . فلنتساءل إذن إن كانت كل هذه القضايا الأولية لها قيمة واحدة من حيث البداهة .

٢ — البديهيات [Axiomes]

كثيراً ما نرى البديهية تعرّف بأنها قضية بلغت فى ذاتها حدا من البداهة يجعلنا نعجز عن الاهتداء إلى قضايا أشد بداهة منها لنبرهن بها عليها . ولقد

اشترط « باسكال » للبديهيات أن تفى بهذه القاعدة : « يجب ألا نتطلب من البديهيات سوى أمور بديهية تماما بذاتها » وأضاف ، تبعاًلذلك ، أنه « ليس علينا أن نحاول البرهنة على الأمور التى تبلغ بذاتها حدا من البداهة بحيث لا نهتدى إلى ما هو أشد وضوحاً منها ، لنبرهن به عليها »

وإليك أمثلة لهذه القضايا : الـكمان المساويان لكم ثالث متساويان . — الكل أكبر من الجزء .

فنحن نجد فى هذه القضايا مبادىء واضحة وضوحا تاما ، وتصلح لكل الاستدلالات والتجارب .

٣ — المصادرات : [Postulats]

غير أن هناك قضايا أخرى لا يبرهن عليها ، وتتخذ بدورها أسسا للرياضة ، وذلك إلى جانب البديهيات التى تتصف بالبداهة التامة . وتلك الأسس الأخرى تسمى المصادرات . ومن أمثلتها مصادرة إقليدس المشهورة : لا يمكن أن يمد من نقطة خارج مستقيم إلا خط واحد ، وواحد فقط ، مواز لهذا المستقيم . ولقد حدث كثيراً خلال التاريخ أن حاول بعضهم « البرهنة » على هذه القضية ، أعنى أن يجعل منها نظرية تستنبط من نظريات أخرى أو من بديهيات واضحة بذاتها ، ولـكن لم ينجح أحد فى الإتيان بمثل هذا البرهان .

ومع ذلك فلو لم « يسلم » المرء بهذه القضية ، لتوقفت الهندسة الإقليدية عن المسير . ولهذا طالبنا إقليدس بأن نسلم بها . فهى إحدى « مطالبه » .

فالمصادرة إذن « مطلب » يتقدم به العالم الرياضى ، كما يدل على ذلك أصلها الاشتقاق ، (يطالب = postulare) . فالرياضى يقول « سلموا لى بنقطة البداية هذه ، وسوف، يضطر ذهنكم طوال الاستدلال إلى قبول ما أستنبطه منها . » ويبدو ، كما نبه إلى ذلك العالم الرياضى فرديتـــان جونست Ferdinand Gonest ، أن فى ذلك مظهراً من مظاهر العجز بالنسبة إلى الفكر الدقيق: «فإذا استطعنا نستطيع البرهنة على شيء ، فلن نقول أبداً إنه من الواجب علينا التسليم به . فضرورة القبول تعادل استحالة البرهنة»[1] .

فلنقر إذن بأن المصادرات المختلفة تقدم فى العلوم الرياضية بوصفها فروضاً . ومع ذلك ، ينبغى ألا تشبه هذه الفروض بفروض العلوم الطبيعية التى تخضع دائماً للتحقيق « التجريبى » . فالفروض الرياضية هى الأساس الذى يبدأ من بعده التفكير الرياضى فى القيام بمهمة الاستنباط . وإذن يجب علينا القول بأن العلوم الرياضية فرضية استنباطية hypothético-déductives . وسوف نرى فيما بعد أن العلوم الرياضية إذا كانت فرضية استنباطية فليس ذلك دليلا على نقصان فى قيمتها ؛ بل هو ، بعكس ذلك ، الشرط الأساسى لاتساقها ولتنوعها الخصب .

٤ — النظرة الحديثة إلى فكرة « البديهية »

ولكن يجب علينا الآن أن نلح فى بيان مسألة فلسفية خاصة جداً تقوم الرياضة على أساسها . فقد رأينا من قبل أن بين البديهية والمصادرة اختلافاً كبيراً فى « الطبيعة » . ولكن عندما يشرع الرياضى فى استخدام هذه المبادىء فى

---

(١) Ferdinand Gonest : Les fondements des Mathématiques

البرهنة على مختلف النظريات ، متبعا قواعد الاستنباط ، فإنه لا يشير إلى هذا التمييز بين طبيعيتي المصادرات والبديهيات. فالمصادرة، وإن كانت لا تفترض على ذهننا بوضوح مطلق ، فإنها تؤدى دور « نقطة البداية المطلقة، بمثل اليقين الذى تؤديه بها البديهية . ويبلغ الأمر فى ذلك حدا يجعل من الممكن البدء ، فى نظريات معينة ، بمصادرات تصدم الحدس الساذج لأول وهلة . وسوف نورد فى هذا الفصل مثلا لمصادرة كهذه ، تصدم الحدس . ولكن ، متى سلمنا بالمصادرة يجب اتخاذها أساساً مؤكدا : أى أننا نستخدمها تماما كما لو كانت قضية بديهية فى ذاتها . وبالاختصار ، فالبديهيات والمصادرات تؤدى نفس الدور بعينه ، وتبعاً لهذا الدور يبنى مذهب من الأوليات والمسلمات .

وما دامت المصادرات والبديهيات تؤدى نفس الدور ، فلم نتمسك إذن بتفرقة لا تأثير لها البتة فى تركيب النظريات الرياضية ؟ إن التفكير الرياضى الحديث يرى أن نقطة البدء تكون مشروعة إذا كانت تتيح لنا تشييد علم متسق منتج ، لا إذا كانت تنطوى فى ذاتها على بداهة مطلقة . وإذن فلماذا نحتفظ بكلمتين لكى نشير بهما إلى قضايا تؤدى عملها بطريقة واحدة ؟ . الواقع أن اسم « البديهية » هو الذى يستخدم عادة ، ولو كنا بإزاء إحدى المصادرات تبعاً للنظرة القديمة . وكما لاحظ بوليجان Bauligand فاستخدام كلمة البديهية يتجه إلى أن يفرض نفسه ، وذلك عن طريق مجموعة من الكلمات المشتقة منها ، مثل قائمة البديهيات axiomatiquc ، ووضع البديهيات axiomatiser ، وتكوين البديهيات Axiomatisation ، وهى كلها كلمات لا نجد لها مقابلا إذا بدأنا بكلمة المصادرة » (١) .

(١) G. Bauligand «les méthodes mathematiqués, centre de documentation universitaire p. 43

ولكن إذا كانت التسمية تنطوى على قدر من الغموض ، فإن المعنى الذى يضفيه الفكر الحديث على فكرة البديهية لم يعد حوله ظل من الشك . فليس المهم أن تكون القضية التى نسميها بديهية بديهية فى ذاتها أم غير بديهية ؛ بل سيظل أستاذ الرياضة يستخدم فى محاضراته كلمة البديهية ؛ دون أن من يتجاوز مطلقاً معنى القضية المبدئية التى لا يقوم عليها أى برهان ، والتى تمكن من البرهنة على قضايا أخرى . ولن يشير الرياضى إلى أية بداهة كامنة فى تلك القضية . وأقصى ما سوف يحدث ، هو أنه لو كتب مقالا موجها إلى الفلاسفة ، فسيشعر بأن من واجبه أن يذيل الصفحة بهامش يقول فيه : « لسنا فى حاجة أن نذكر القارىء أنه ليس ثمة أى عنصر مشترك بين هذا المعنى لكلمة البديهية ، وبين المعنى التقليدى ، أعنى معنى الحقيقة البديهية »(١) .

ولقد أطلنا الحديث عن هذا التغير الذى طرأ على معنى كلمة البديهية لأنه يلقى ضوءاً على صفة مميزة للتفكير الرياضى الحديث . فقد استبدلت بالأبحاث الدائرة حول طبيعة الفكرة ، أبحاث حول « وظيفة » أو دور هذه الفكرة . وذلك تغيير هام فى وجهة النظر يمكننا أن نجد له فى فلسفة الرياضيات أمثلة أخرى متعددة .

---

(١) Nicolas Bourbaki ; L'architecture des mathématiques p. 4. in ; les grands courants de la psensée mathématique F.Lionnais فى ١٩٤٨ . فقد نشرت جماعة من علماء الرياضية ، باسم Nicolas Bourbaki ، عدة أبحاث رياضية معروضة بصورة تتسم باتباع منهج البديهيات وبالتجريد العام . ولقد جمع هذا الكتاب

ولكن إذا لم يكن من الواجب أن يتحقق شرط البداهة الأولى فى البديهيات ، بمعناها الواسع ، وإذا كانت تكتسب بداهتها من أمر يقرره الرياضى الذى يتخذ إحدى القضايا نقطة بدء له ، فمعنى ذلك أن من الممكن تنويع النظريات الرياضية ، بأن نختار مبادىء أساسية مختلفة . وسوف نضرب لهذا التعدد مثلا عندما ندرس ، خلال هذا الفصل ، تكوين الهندسات غير الإقليدية . وعلينا الآن أن نبين أن هذه الاختيارات المبدئية لا تقوم على أساس الفوضى أو التعسف ، وأن مجموعة بديهيات نظرية رياضية تخضع لشروط دقيقة كل الدقة . وكل هذه المجموعة من البديهيات تسمى « نسق البديهيات » .

٥ — صفات « نسق البديهيات »

ما هى صفات النسق الصحيح من البديهيات ؟

١ — ألا تكون أية بديهية مناقضة للأخرى ، أى يجب أن تكون على وفاق مع البديهيات الأخرى .

٢ — أن تكون البديهيات كلها مستقلة بعضها عن بعض .

٣ — وهناك صفات تخضع لها نظريات معينة ، ولكنها لا تتمثل فى كل النظريات الرياضية مثل صفة التشبع saturation (وسوف نشرح معنى هذا اللفظ بعد قليل) .

فلنستعرض هذه الشروط التى سوف تؤدى بنا ، فيما بعد ، إلى ملاحظات ذات دلالات فلسفية عميقة حول علاقات التفكير الرياضى بالتفكير المنطقى .

١ — يبدو أن الشرط الأول فى غير حاجة إلى دليل . فإننا لا نتصور أن يبدأ الرياضى نظريته من قضيتين متناقضتين. ولكن قد يتفق أن يكون التناقض بين القضيتين مستتراً ، فيجب الكشف عنه ، وإقامة البرهان عليه. والحق أن إثبات عدم تناقض نسق البديهيات قد يكون أحيانا مهمة عسيرة. غير أن الرياضى يستعين على ذلك بمعيار : فقد ثبت أن قائمة البديهيات إذا كانت تحتوى على بديهيتين متنافيتين ، فمن الممكن إثبات نظرية وضدها. فقبول تناقض « واحد » ، يمكننا من البرهنة على كل شىء . ولنتنبه جيداً إلى أننا نجعل لهذه الصفة معياراً نظريا لا صلة له بأى خاطر نفسى مباشر.

٢ — أما شرط الاستقلال ، فقد يفهم على أنه مجرد حرص على الوضوح والأناقة . ومن البديهى جدا أن المرء لا يفيد شيئاً إذا كرر ، بصورة تتفاوت غموضا ، إحدى البديهيات التى ينبغى أن تقرر بأكبر قدر ممكن من الوضوح . ولكن وضع بديهيتين تعتمد إحداهما على الأخرى ، فى مرتبة واحدة ، فيه مخالفة لماهية نسق البديهيات ذاته . فإذا افترضنا أن نسقا من البديهيات يتألف من ا ، ب حـ ، ى ، فإننا نقول إن البديهية « ى » تكون مستقلة عن البديهيات ا ، ب ، حـ ، إذا لم يكن من الممكن استنتاجها منها. وعلى العكس من ذلك ، تكون البديهية « ى » متوقفة على الباقيات إذا كان من الممكن إثباتها عن طريق البديهيات الأخرى . ولكن « ى » تصبح عندئذ نظرية ، لا بديهية.

ويستخدم الرياضيون معياراً للاستقلال يفيدنا بحثه أشد الفائدة فى فهم فكرة نسق البديهيات — وإليك هذا المعيار — :

فلنفرض أن نسقا من البديهيات يشتمل على أربعة بديهيات : ا ،ب ،حـ ، ى . فلكى نوقن أن البديهية « ى » مثلا مستقلة عن الأخريات ، نفحص قائمة جديدة من البديهيات تشتمل على البديهيات ا ، ب ، حـ ، وعلى بديهية مناقضة للبديهية«ى» تناقضا تاماً ولنسمها (لا — ى) فلوكانت ى متوقفةعلى البديهيات ا،ب،حـ لكان معنى ذلك أننا نستطيع البرهنةعلى«ى » عن طريق ا ، ب ، حـ ، غير أننا جعلنا « لا — ى » بديهية بدورها — وبهذا نكون قد كونا نظرية متناقضة . فإذا كانت النظرية المؤلفة من البديهيات ا ، ب ، حـ ، لا — ى خالية من التناقض ، فمعنى ذلك أن البديهية « ى » مستقلة بالفعل عن الأخريات . وبالطريقة ذاتها يبرهن على كل بديهية أخرى . وهكذا نجد أن معيار الاستقلال بدوره أبعد عن أن يكون مجرد تقرير ؛ بل هو يحتاج فى تطبيقه إلى قدر غير قليل من البراعة ويستطيع الرياضى أن يبحث عن « أنموذج » ، أعنى عن نظرية خاصة سبق اختيارها ، تحقق فيها كل البديهيات فيما عدا تلك التى يراد إثبات استقلالها .

٣ — وأخيراً فالتحليل العقلى للنظريات الرياضية المحكمةالبناء قدحاول الإتيان بنسق من البديهيات الكاملة . ومن الواضح أن هذه الصفة تعبر عنها كلمة « التشبع Saturation » . ويكون نسق البديهيات مشبعاً إذا لم يكن من الممكن أن تضاف إلى بديهياته بديهية تكمله (مستقلة عن الأخريات) دون أن تؤدى إلى تناقض النظرية . غير أن هـذه الصفة ليست ملزمة من أجل تركيب نسق البديهيات تركيبا سليما (يلاحظ أن هناك نظريات عديدة لا تنطوى على هذه الصفة) . والحق أن إيضاح مدى ما تنطوى عليه هـذه المشكلة من تعقيد ، يحتاج إلى تفاصيل فنية مطولة . ولكن لا شك فى أن

ما قلناه يكفى فى بيان أن التفكير فى نسق البديهيات هو فى الحق شعور واضح بما يتصف به التفكير الرياضى من دقة بالغة .

ولقد كان أول من فتح باب الأبحاث فى مجموعة البديهيات هو الرياضى الألمانى الكبير دافيد هلبرت D. Hilbert (١٨٦٢ — ١٩٤٣) الذى نشر فى سنة ١٨٩٩ كتاباً مشهوراً هو : أسس علم الهندسة (١) .
Die Grundlagender Geometrie

وتجمعت حول « هلبرت » مدرسة كرست جهودها لما يسمى بمشكلة الأسس فى الرياضيات ، أعنى لتبرير النظريات الرياضية عن طريق لدراسة عدم تناقضها ، ودراسة صفات أخرى أتينا من قبل على ذكرها . وسوف نعود مرة أخرى إلى الكلام عن فكرة « هلبرت » عندما نفحص مشكلة المعانى الأولى فى العلوم الرياضية .

٦ — المعانى الأولى .

والواقع اننا لم نتحدث حتى الآن إلا عن القضايا الرياضية . وعلينا الآن أن ندرس المعانى التى يرد ذكرها فى هذه القضايا (مثل معانى النقطة ، المستقيم ، السطح ، والعدد .) وفى دراستنا للمعانى سوف نهتدى إلى خطوة شبيهة بتلك التى أدت بنا إلى وضع المصادرات فكما أن القضية لا تكون سليمة إلا إذا برهن عليها ، فكذلك لا يمكن الانتفاع بالمعنى إلا بعد

(١) تولى لوجل Laugal ترجمة هذا الكتاب الى الفرنسية باسم
Les fondements de la géometrie gauthier.
ونشر فى مكتبة Villars عام ١٩٠٠

تعريفه . ولكى يعرف الرياضى أحد المعانى ، يستخدم معانى أخرى وهذه المعانى الأخرى لا بد أن تكون مما سبق تعريفه . ولكن هذا معناه أن الرياضى يضطر إلى التوقف فى حركة الرجوع إلى الوراء ، بحيث يتخذ لنفسه نقطة بدء هى معان لا تردنا إلى أى معنى آخر . وهذه المعانى الأولى يطلق عليها كثير من المناطقة اسم « اللامعرفات » indéfinissables مثلما تسمى البديهيات « باللا مبرهنات Les indémontrables» .

ولكن نفس الملاحظة التى أبديناها بشأن القضايا الأساسية تنطبق أيضاً على المعانى الأساسية : فالمعانى التى تختار على أنها معان أولى ومعان أسياسة، ليست « بطبيعتها » غير قابلة للتعريف ، وإنما هى تقرر ، كما لو كانت غير قابلة للتعريف . [ومن الجائز جدا أن أحد المعانى الذى يقرر كمعنى أول فى نظرية معينة (وبالتالى لا يعرف) يصبح فى نظرية أخرى معنى مستمداً من غيره ، ويعرف تبعاً لذلك] .

وفيما يلى مثال لهذا التحول ، فى مستوى الهندسة الأولية ، وهو مثال يستطيع المرء إدراكه بالحدس البسيط : فمن الشائع أن يتخذ معنى النقطة معنى أول ، وعندئذ يعرف معنى الخط المستقيم بأنه يتحدد عن طريق نقطتين ، أى أنه توصيل نقطتين . ومن وجهة النظر هذه تكون النقطة معنى أول ، والمستقيم معنى مستمد منها .

ولكن ، فى خلال القرن التاسع عشر ، نظر إلى الأمور نظرة عكسية، فأصبح المستقيم هو الذى ينظر إليه كمعنى أول من وجهة النظر الجديدة هذه، وأصبحت النقطة « تعرف » بأنها تقاطع مستقيمين .

على أن هذا التحول ليس مجرد لهو ذهنى ؛ بل إن وجهة النظر المزدوجة هـــذه كانت نقطة بدء الأبحاث التى كوّنت ما يسمى بمبدأ الثنائية principe de la dualité, . فمثلا لو ألقينا نظرة على كتاب « الفريد كلتش » Alfred Cletsch المسمى « دروس فى علم الهندســـة Leçon sur la géometrie » [1] لوجدنا الصفحات فيه مقسمة إلى عمودين ترتب فيها النظريات بحيث تناظر كل منها الأخرى بدقة ، فنى العمود الأيمن نجد النظريات معبراً عنهـا « بإحداثيات الخطوط » ، حيث يكون المستقيم هو العنصر غير المعرف ، وفى الأيسر نجد النظريات معبراً عنها « بإحداثيات النقط » حيث تكون النقطة هى العنصر غير المعرف . وفى ممارسة مثل هذه المتناظرات التى يلعب فيها الخيال دوره يكتسب التفكير الهندسى مرونة كبيرة .

وفيما عدا ذلك ، يستطيع المرء أن يرى أن تعديل نقط البدء على هـذا النحو يجعل الطابع العينى للمعانى ذا قيمة ثانوية . فالمعانى الرياضية لا تفرض علينا فى تجربة عينية يكون لها أصل تجريبى إذ قد يوحى إلينا العالم المحسوس بضروب من الحدس ، غير أن هذه الضروب يجب أن يتم إعدادها فى مستوى فكرى لا يعود مدينا بشىء لحقائق العالم المحسوس . فالمعانى الرياضية لا تكتسب قيمتها إلا خلال التنظيم التجريدى الذى يدرس علاقاتها . وقد لاحظ بوريل Borel [2] أنه إذا كان هناك معان « أوحت

(١) ترجم إلى الفرنسية فى ١٨٧٩ (لنشر فى Gauthiers Villars)

(٢) "La définition en mathématiques," article dans "Les grands courants de la pensée mathématique" (Cahiers du Sud) p, 24.

بها فى بدء الأمر أوجه شبه خاصة بالأشياء الحقيقيـة » (كالخط المستقيم ، والدائرة . .) « فإن الأعداد الخيالية ، والأعداد غير المتناهية ، وكثيراً غيرها من الكيانات الرياضية ، هى مجرد ابتكارات عقلية » .

٧ — التعريفات

وكما أننا نستطيع تصنيف القضايا الرياضية إلى فئتين : قضايا يبرهن عليها ، كالنظريات ، وقضايا أولية يسلم بها دون برهان ، كالبديهات ، كذلك يمكن تصنيف المعانى إلى معان معرفة ، ومعان أولى يسلم بها دون تعريف . وهنا قد يخطر اعتراض بالذهن : فكيف حدث أن أدخلنا التعريف ضمن المبادىء ، مع أن التعريف كما رأينا لا يبدو نقطة بداية ؟ إن علة هذا الغموض ترجع إلى أن المرء ينظر إلى فكرة المبدأ من خلال نظرة إجمالية أكثر مما ينبغى . فالقضية يمكن أن تؤدى دور المبدأ ، أعنى يمكن أن تؤدى دور قضية يسلم بها دون برهان ، وتمكّن من البرهنة على غيرها من القضايا ، دون أن تكون رغم ذلك هى الأولى زمنياً فى العلوم الرياضية ذات التركيب المعقد ، لا يستطيع المرء أن يقنن بصفة نهائية كل المستلزمات الضرورية لبناء نظرية . فتعريف معنى ما هو نقطة نهاية على نحو ما ، ما دام سيستخدم أحياناً معانى متعددة « سبق » تعريفها . ولكنه يستخدم مبدأ من أجل التوسع «التالى» فى النظرية فتعريف الشكل البيضى مثلا هو نقطة بداية بالنسبة إلى كل برهنة على نظريات الشكل البيضى .

ومن العسير أن نحدد على وجه السرعة خصائص التعريفات الرياضية : فطرق التعريف متباينة [١] ودراستهما مرتبطة بدراسة عميقة لموضوع

(١) النظر مقال بوديل عن « التعريف فى الرياضيات » .

الرياضة. وسيرى القارئ في نهاية هذا الفصل عرضاً لطرق معينة في التعريف (مثل إدخال معنى المجموع ، ومعنى العدد الحقيقي ، ومعنى العدد التخيلي ، ومعنى القوة) .

٨ — العلاقات الشكلية Formalisme .

بينا من قبل أن الرياضي يجد نفسه مستغرقاً في القيام بعملية تجريد أساسية . وسنرى أن هذا الجهد الذي يقوم فيه الرياضي بعملية التجريد هذه، يصل إلى أقصى حدوده في عرض « هلبرت » لهندسة إقليدس

ولنقل باختصار ، إنه ما دام الرياضي ينفصل عن العالم العيني للكيانات الرياضية ، فمن الواجب أن تفحص عن كشب دور هذه الكيانات الرياضية ، أو بعبارة أدق العلاقات التي توجد بينها . ولكي نكون على ثقة من أننا نفحص « علاقات » الكيانات الرياضية ، تاركين « طبيعتها » جانباً ، يجب أن نكون قادرين على التحرر من اللغة ذاتها ، وعلى فهم القيمة العميقة للمناهج التي تغلّب الطابع الشكلي ، المجرد ، للتركيبات الرياضية . ولقد ألقى الرياضي « جان ديو دونيه Jean Dieudonné » ضوءاً ساطعاً على المعنى العميق لمنهج « هلبرت » ، فقال : « لم يستطع أحد ، مثل هلبرت أن يحقق هذا البرنامج بمثل هذا القدر من العزم والوضوح ، ولم يبرر أحد قبله ذلك المبدأ الأساسي القائل بأن « طبيعة » الكيانات المدروسة لا أهمية لها في الرياضيات، وأن العلاقات الموجودة بين هذه الكيانات هي وحدها الهامة . فبدلا من كلمات « النقطة » « والمستقيم » ، «والسطح» ، ينبغي أن يكون في وسع المرء أن يقول دائماً ، دون أن يخشى الوقوع في الخطأ ، « منضدة » « ومقعد » ،

وكأس من الجعة » . وذلك ما عبر عنه « هلبرت » منذ ١٨٩١ بدعاية كررها فيما بعد فى ذلك الاستهلال المشهور (والذى عد فى وقته انقلاباً) لكتاب أسس الرياضيات [1] .

ولو رجعنا إلى الصفحات الأولى من كتاب الأسس ، لقرأنا فيها ، تحت عنوان « الاصطلاح convention » السطور الآتية : لنتصور ثلاث مجموعات مختلفة من الكائنات : ونقسم كائنات المجموعة الأولى نقطا ، ونشير إليها بالحروف ا ، ب ، حـ ... ؛ وكائنات المجموعة الثانية « مستقيمات » ، ونشير إليها بالحروف اَ ، بَ ، حـَ . . . وكائنات المجموعة الثالثة سطوحا ونشير إليها بالحروف اٰ ، بٰ ، حـٰ ... »

وبعد هذه التسميات الشكلية الخالصة ، يبين « هلبرت » البديهيات التى تحدد علاقة هذه الكيانات . ولنذكر منها اثنتين على سبيل المثال : فلكى نقول إن النقطتين تحددان مستقيما ، نكتب الآنى :

ا ب = اَ . ولكى نقول إن ثلاث نقط ليست على استقامة واحدة تحدد مسطحاً ، نكتب ما يلى ا ب حـ = اٰ

وإذن فها نحن أولاء تجاه نوع من الشكلية المفرطة . فإذا تذكرنا أن مجموعة البديهات تتألف من افتراضات ليس من الضرورى أن

(١) Jean Dieu donné : David Hilbert, in "les grands courants de la pensée mathématique" p: 295

تكون متفقة مع بداهات مطلقة ، أو مع تجارب العالم المحسوس ، وإذا لاحظنا أن «هلبرت» قد أدخل الكيانات الرياضية تحت صفة « الاصطلاح »، فهمنا عبارة « برتراند رسل » التى يلجأ إليها الكثيرون فى المناقشات الفلسفية ، دون أن يدركوا أحياناً أهميتها على وجه الدقة : « إن الرياضيات علم لا يعلم المرء فيه أبداً عم يتكلم (إشارة إلى الشكلية المحضة) ولا يعلم إذا كان ما يتكلم عنه صحيحا (إشارة إلى الاصطلاحات المبدئية ، التى يعلن المرء فيها صلاحية بعض القضايا والمعانى ، دون إشارة إلى بداهة عقلية أو إلى خبرة تجريبية) .

والواقع أن هذه الشكلية ، التى تغض الطرف عن الطبيعة الحسية المحددة للموضوعات الرياضية ، لا يمكن أن تنمو إلا فى جو من المعانى الدقيقة المجردة ، ومن الطبيعى أن تعجز عن وصف النشأة التاريخية للعلم الرياضى . وهى لا تظهر إلا فى تفكير نظرى فى العلم بعد تكوينه . غير أن المرء لو أغفل الجهد الضخم الذى بذله الرياضيون المعاصرون من أجل بناء علمهم وتنميته بأكبر قدر من الدقة ، لكان فى ذلك تجاهل لصفة من أبرز صفات الرياضة المعاصرة .

هذا ، وسنعود مرة أخرى ، فى هذا الفصل ذاته ، إلى العلاقات بين الدقة والحدس . وسنحاول ، بعد الدراسة الطويلة التى قمنا بها للمبادىء الأساسية فى النظريات الرياضية ، أن نحدد خصائص الاستدلال الرياضى ، من خلال مجموعة من عملياته تقسم بأكبر قدر من البساطة .

٢ — الاستدلال الرياضى

٩ — خصوبة الاستدلال الرياضى ودقته :

الرياضيات ، كما قلنا من قبل ، تركيبات فرضية استنباطية يؤدى فيها الاستنباط دوراً رئيسياً وكثيراً ما يوصف الاستنباط بأنه عملية تحليلية تنتقل من العام إلى الخاص ، ويتخذ القياس [Syllogisme] أوضح أنموذج للاستدلال الاستنباطى . فإذا ما قبلنا أوجه النقد التى وجهت إلى الاستدلال القياسى ، أمكننا القول بأن نتيجة البرهان ، فى الاستنباط ، إن هى إلا نتيجة سبق أن احتوت عليها المقدمات . وهكذا يكون الاستنباط عملية استدلالية دقيقة ، ولكنها عقيمة . وعلى العكس من ذلك يبدو أن الاستقراء هو الطريق الوحيد الذى يتبعه التفكير المنتج حقيقة ، إذ هو امتداد للمعرفة وتعميم لها ، وإن كان لا يزعم لنفسه ما للاستنباط من دقة مطلقة : فلنضع المشكلة أولا فى هذه الصورة العامة جداً ، لكى نفهم الجدل المشهور الذى نشب فى مستهل القرن العشرين بين الرياضى بوانكاريه ، والفيلسوف جوبلو ، حول طبيعة الاستدلال الرياضى .

ففى مستهل هذا القرن ، قال « بوانكاريه » فى كتابه « العلم والفرض » (ص ٤) « ما طبيعة الاستدلال الرياضى ؟ أهو حقا استنباطى كما يعتقد عادة؟ إن المقارنة العميقة تبين لنا أن الأمر بخلاف ذلك ، وأنه يشارك ، بقدر معين فى طبيعة الاستدلال الاستقرائى ، وهذا هو السبب فى أنه منتج . ومع ذلك ، فإنه لا يفقد شيئا من طابع الدقة المطلقة » .

فكيف نفسر جمع الاستدلال الرياضى بين صفة الخصوبة ، وصفة الدقة فى آن واحد ؟

١ ــ الاستدلال الترديدى (١) . فكرة التعميم

يأخذ پوانكاريه على عاتقه أن يثبت أن الاستدلال الرياضى لا يمكن إرجاعه إلى القياس « الذى لا يأتى إلينا بجديد » ، وإنما هو فى أساسه « تعميمى » ، مما يفسر طابع الخصوبة الذى لا سبيل إلى إنكاره فى العلوم الرياضية . ويكشف پوانكاريه عن هذا التعميم فى صورة من صور الاستدلال الدقيق تتميز بها الروح الرياضية : هى الاستدلال الترديدى raisonnement par recurrence وسوف نبين ، عن طريق مثال ، كيف ينمو هذا النوع من الاستدلال ــ فلنقترح مسألة تحل ، هى إثبات عدم تساوى الطرفين الآتيين :

(١)   (١ + ا)ن > ١ + ن ا

حيث ا عدد حقيقى أكبر من ــ ١ ويختلف عن الصفر ع ، وحيث ن أى عدد صحيح أكبر من ١ .

وللبرهان على هذه المسألة مرحلتان ، حسب الترتيب التالى (٢) .

---

(١) أخذنا هذا اللفظ فى الترجمة نظراً لأن الفكرة الأساسية فى هذا الاستدلال هى الترديد والتكرار ، ومن هنا قرب پوانكاريه بينه وبين الاستقراء (المترجم) .

(٢) هاك الاستدلال بتفاصيله :

(ا) نبرهن على أنه إذا كان عدم التساوى الذى تعبر عنه هذه المسألة صحيحا بالنسبة إلى قيمة معينة (ن)، ولتكن ك، كان أيضاً صحيحا بالنسبة إلى القيمة ك + ١ (ولنقل، إننا لا نعلم على وجه الدقة إذا كان يصح بالنسبة إلى قيمة ك هذه)

(ب) لنبرهن على أن عدم التساوى يصح بالنسبة إلى ن = ٢ ومن هذين البرهانين يمكننا أن نستدل على أن عدم التساوى صحيح لكل قيم ن

= « لنفرض » أن $(١ + ا)^{ك} > ١ + ك ا$ صحيحة. وفى وسعنا أن نضرب الطرفين غير المتساويين هنا، دون تغيير معناهما، فى العدد ١ + ا، فما دامت ا أكبر من — ١ فإن ١ + ا موجب دائما.
وعندئذ نجد أن $(١ + ا)(١ + ا)^{ك} > (١ + ا)(١ + ك ا)$
أى $(١ + ا)^{ك+١} > ١ + (ك + ١) ا + ك ا^{٢}$
ولما كانت $ك ا^{٢}$ موجبة دائما (ما دام ك موجبا، ا مختلفة عن الصفر)
فبالأحرى يكون $(١ + ا)^{ك+١} > ١ + (ك + ١) ا$.
وبهذا نكون قد برهنا على أنه إذا كان عدم تساوى الطرفين فى (١) صحيحا حيث ن = ك فإنه أيضا صحيح حيث ن = ك + ١
فلنحقق الآن عدم تساوى الطرفين فى (١) حيث ن = ٢، أى حيث يصح القول إن $(١ + ا)^{٢} > ١ + ٢ ا$
$(١ + ا)^{٢} = ١ + ٢ ا + ا^{٢}$ ، $١ + ٢ ا + ا^{٢} > ١ + ٢ ا$
∴ ل $(١ + ا)^{٢} > ١ + ٢ ا$.

ابتداء من ٢ . والواقع أننا قد أثبتنا ، فى البرهان (ب) أن الصيغة تصح إذا كانت ن = ٢ على أننا أثبتنا فى (ا) ، بصفة عامة ، أنه إذا كان عدم التساوى صحيحا بالنسبة إلى قيمة معينة لـ ن هى ك ، فإنه يصح أيضا بالنسبة إلى ك + ١ . ولما كانت الصيغة (١) صحيحة عندما تكون ن = ١ ، ٢ فإنها تكون أيضا صحيحة عندما تكون ن = ٣ ولما كانت صحيحة عندما تكون ن = ٣ فإنها تكون صحيحة عندما تكون ن = ٤ وفى وسعنا أن نكرر هذا الاستدلال ذاته إلى ما لا نهاية ، ما دام البرهان (ا) قد أثبت أن الصيغة إذا صحت بالنسبة إلى أية قيمة لـ ن ، فإنها تصح بالنسبة إلى القيمه التالية . وبدون البرهان (ا) كان يمكننا أن نحقق الصيغة (١) عندما تكون ن = ٢ ، ن = ٣ ، ن = ٤ ، على التوالى . . . ولكننا لا نستطيع عندئذ أن نؤكد أنها تصح على ذلك العدد اللامتناهى من قيم ن ، ابتداء من ٢ ، فعن طريق البرهانيين ا ، ب معا ، يمكننا أن نؤكد صحة عدد لانهاية له من الصيغ .

وهكذا يمكننا أن نفهم السبب الذى قال من أجله بوانكاريه إن « الاستدلال الرياضى يشارك ، بقدر معين ، فى طبيعة الاستدلال الاستقرائى » . فالاستقراء الترديدى يسمح لنا أن نؤكد صحة صيغة فى عدد لا نهاية له من الحالات ، بينما كان يمكننا عن طريق براهين مماثلة للبرهان (ب) أن نؤكد الصيغة (ا) فى عدد ، متناه ، من الحالات فحسب . ولكن علينا أن نفهم كل فكرة فى تفاصيلها الدقيقة لهذا أشرنا بوجه خاص إلى كلمة « بقدر معين » . فبعد عدة صفحات ، يعبر بوانكاريه عن رأيه بوضوح تام يمكن من توقى كل خلط ، فيقول : « لايستطيع المرء أن يتجاهل أن فى الاستدلال

الترديدى تشابها ملحوظا مع عمليات الاستقراء المعتادة . ومع ذلك، فلازال بينهما اختلاف جوهرى . فالاستقراء حين يطبق على العلوم الطبيعية يكون على الدوام غير مؤكد ، لإنه يرتكز على الإيمان بنظام عام للكون . . أما الاستقراء الرياضى ، أعنى البرهان « الترديدى » فإنه يفرض ذاته بضرورة محتومة .. » وإذن فقد أراد بوانكاريه أن يقرب الاستدلال الترديدى من الاستدلال الاستقرائى كما يتمثل فى العلوم الطبيعية لأنهما « يسيران فى نفس الاتجاه ، أعنى ينتقلان من الخاص إلى العام » ولكنه إذ يقربها على هذا النحو يؤكد أيضا بوضوح أنهما « يرتكزان على أسس مختلفة » .

فما الاعتراضات التى وجهها عالم المنطق « جوبلو » إلى پوانكاريه؟ إنه يقول له : لقد وصفت « الاستدلال الترديدى » بأنه الاستدلال الرياضى على الحقيقة . غير أنه استدلال خاص إلى أبعد حد ، ولا يمكن أن ينطبق إلا على مجالات معينة فى الرياضة ، وهى المجالات التى يتبدى فيها تعاقب الأعداد الصحيحة .

ولكن الشىء الذى أراد بوانكاريه أن يبينه ، ليس هو القول بأن «الاستدلال الترديدى» هو أكثر الاستدلالات استعمالا ؛ بل هو الاستدلال النموذجى للتفكير الرياضى فهو استدلال صالح كل الصلاحية للكشف عن الخصائص التى يتميز بها الاستدلال الرياضى، إذ الاستدلال الرياضى هو، فى الواقع، أداة تمكن من الانتقال من المتناهى إلى اللامتناهى «بدقة كاملة» . وهذه الأداة نافعة دائما ، لأنها متى أتاحت لنا اجتياز مانشاء من الخطوات بقفزة واحدة ، فإنها توفر علينا القيام بالتحقيقات المطولة ، المملة ، التى

تسير على وتيرة واحدة ، والتي سرعان ما يصبح من المستحيل تنفيذها عمليا. غير أنها تصبح لازمة ، عندما يكون هدف المرء هو الوصول إلى النظرية . العامة ، التي نقترب على الدوام من تحقيقها تحليلياً ، دون أن نتمكن من الوصول إليها » . والواقع أن عملية التحقيق تصبح مستحيلة فى مجال اللامتناهى . فقد نستطيع التحقق من أن الصيغة (ا) صحيحة فى عدد متناه من الحالات ، ولكن البرهان الدقيق للاستدلال الترديدى يمكننا من تأكيد صحتها بالنسبة إلى القيم اللامتناهية التى يمكن أن تعزى إلى ن . وإذن فقد أراد بوانكاريه أن يثبت أن الرياضيات لا يمكن أن ترجع إلى سلسلة من الأقيسة ، وأنها تقوم على التعميم فى أساسهما ، وانها تسمح لنا بأن نؤكد بكل دقة صحة صفة معينة فى عدد غير متناه من الحالات هذا إلى أنه من الواجب أن يستطيع المرء إثبات خواص الجنس دون أن يضطر إلى إثباتها بالنسبة إلى كل من الأنواع على التوالى » (العلم والفرض ص ٢٧) « وبالاستدلال الترديدى » تكتسب قضايانا صفة العموم فوراً .

ولكن هل يجب القول ، كما قال بوانكاريه بتعجل ، بأن الاستدلال الرياضى ليس استنباطيا على الإطلاق ؟ كلا بالتأكيد . ذلك لأن «بوانكاريه» قد سوى بين الاستدلال الاستنباطى والعملية القياسية التى تنتقل من العام إلى الخاص ، وكان فى ذلك متبعا منطق عصره . ولكن الحقيقة أن الاستدلال الاستنباطى يلجأ إلى عمليات فكرية معقدة ، تختلف كل الاختلاف عن القياس ، كما أثبت ذلك المنطق المعاصر . وحسبنا أن نذكر تلك الحقيقة البسيطة ، وهى أن فى وسع الرياضى أن يستبدل ، فى الصيغة الرياضية وبشروط معينة ، بمجموعة من الرموز بمجموعة أخرى من الرموز — نقول

حسبنا أن نذكر هذا ، لنكون قد أدركنا تقدم البرهان . وفضلا عن ذلك فالمنطق يدخل عمليات التعميم ، إن لم يكن فى مراحله الأولى ، ففى نموه التالى على الأقل .

فأهمية القياس قد أصبحت ضئيلة فى العمليات الاستنباطية كما يحددها المنطق المعاصر .

١١ — فكرة التركيب

فلنفحص الآن وصف جوبلو للاستدلال الرياضى . إنه يقول : «البرهان هو التركيب» (١) على أن هذا التعبير الواضح جداً يخفى وراءه أكثر التفسيرات تباينا . والواقع أن كلمة «التركيب» تعنى فى نظر جوبلو التركيب المرسوم والعملية الجبرية ، والعملية الذهنية (التى يميزها جوبلو عن عملية العقل) — وتركيب النتيجة مع الفرض . ولنحتكم إلى النصوص . إنه يقول : إن أهمية التركيبات المرسومة فى الهندسة لم تخف على أحد ، ولكن المناطقة يميلون إلى أن يروا فيها مجرد عمليات مساعده أو ممهدة للاستدلال ، فى حين أنها هى الاستدلال نفسه» (ص ٢٧٣) كما يقول : «ليس ثمة قضية حسابية أو جبرية لا يبرهن عليها عن طريق «عملية» أو سلسلة من العمليات» (ص ٢٦٩) كذلك يقول «ليست العمليات التركيبية عمليات عقلية ، وإنما هى عمليات تنفذ ذهنياً» (ص ٢٧٢) . وفى فقرة أخرى يقول جوبلو : «لكى نبرهن على أن فرضا مايستتبع نتيجة ما ،

---

(١) Traité de logique p. 272

تركب النتيجة مع الفرض » (ص ٢٧٢) ويريد جوبلو أن يؤكد ، على وجه التحديد ، أن النشاط التركيبي للعقل هو الذى يظهر النتيجة الجديدة (ص ٢٦٤) .

غير أن هذه الاستعانة بالنشاط التركيبي للعقل تظل تفسيراً على جانب غير قليل من الغموض ، وليس هناك من ينكر نشاط التفكير الرياضى وإبداعه . والحق أنه من العسير وصف الاستدلال الرياضى بصفة واحدة. وكل محاولة لفهم عملية الاستدلال الرياضى عن طريق تفسير واحد فريد ، تظل محاولة غير دقيقة . وإنما الواجب تحليل البراهين الرياضية المتعددة ، والرجوع إلى أكثر الأمثلة تنوعا . ومن الضرورى ، بوجه خاص ، ألا يقف المرء عند حد الأمثلة الأولية ، بل الواجب أن يدرس الاستدلالات التى تكون تعريفات موضوعاتها الرياضية نتيجة إعداد وتمهيد ، ونتيجة للتأليف بين أكثر اتجاهات الفكر تباينا وعندما نفحص دور الحدس والشكلية ، سنصبح أقدر على إدراك طابع التعميم والتركيب الذى يتميز به نشاط التفكير الرياضى .

٣ — الفكر الحدسى والفكر المقالى

١٢ — الحدس الرياضى والحدس الحسى :

رأينا من قبل فى الجزء الخاص بالمعانى [notions] أن المعانى الرياضية، ولو كانت من أصل تجريبى بالفعل ، فلن يؤثر هذا فى صحة الرأى القائل بأن الرياضيات قد انفصلت عن ذلك الأصل التجريبى ، وأنها قد أصبحت

علماً بريئاً من الصفات المحسوسة . فعندما يفكر الرياضى فى الخط المستقيم ، فهو لا يفكر فى خيط البناء ؛ وعندما يثبت أن المنصفات تتلاقى فى المثلث ، فإن برهانه يكون مستقلا عن التحقيق المادى لهذا الشكل . ومن المحال أن يحل البيان بالرسم محل برهان بالاستدلال ، إذ لا يكون للرسم من عمل سوى أن يكون دعامة للانتباه ، دون أن يكون عنصراً مكوناً للبرهان. فإن المعانى الكلية الهندسية معان « فكرية » كما أكد الفيلسوف الألمانى هوسرل Husserl ، الذى كان عالما رياضيا فى الوقت ذاته ، وهى تعبر عن شىء لا يمكن « رؤيته » . وعلى ذلك فليس من المستطاع المقارنة بين الحدس الرياضى والحدس الحسى بأية حال .

١٣ — التفكير الحدسى والتفكير المقالى [Discursive]

لكن هل سنهتدى فى الحدس الرياضى إلى تلك الصفات التى اعتاد المفكرون أن يصفوا بها الحدس بمعناه الفلسفى ؟

إن الحدس يمكن أن يوصف فى هذه الحالة بأنه اتصال مباشر ، فورى ، عينى ، بموضوعه وهذا الاتصال المباشر يحقق فى الوقت ذاته أوثق فهم لهذا الموضوع ؛ إذ يصل إليه فى جوهره ووجوده الفردى وبهذا يكون الحدس مضاداً لكل تفكير مقالى ، أو « سلسلة من الحجج » ، أو خطوات للبرهان ، أو تنظيم شكلى ، أو تطبيق دقيق لمنهج ما .

ويبدو أن من الممكن أن نهتدى إلى مثال للتقابل بين هذين النوعين من التفكير عندما نقارن بين الهندسة والجبر الأوليين . فقد قال ليبنز [Leibniz] فى بحثه « فن الاختراع » .

«Ars «inveniendi» : « إن علماء الهندسة يستطيعون البرهنة بكلمات قليلة على قضايا يصعب إثباتها عن طريق الحساب إلى حد بعيد . فالطريق الجبرى يؤدى دائما إلى الهدف ، لكنه ليس على الدوام أفضل الطرق » . فمن الممكن أن نقابل بين البراهين السريعة اللماحة للفكر الهندسى ، وبين بطء الحساب الجبرى وخطواته المتدرجة وأن نقابل بين رشاقة البرهان الهندسى وثقل الحساب الجبرى ، وبين عبقرية الحدس الهندسى وآلية المناهج الجبرية .

غير أن هذه المقارنة بين الهندسة والحساب لا تمكننا من تقدير دور الحدس فى الرياضة حق تقديره . والواقع أننا نهتدى إلى التمييز بين الحدس والدقة حتى فى الجبر ذاته

فعالم الجبر يهتدى أحيانا بالحدس السريع إلى منهج للحل ، ويشعر بالنتيجة مقدما ، ويكون مجهوده فى البرهان موجها بوضوح فى هذه الحالة . وهو لا يأخذ على عاتقه مهمة اختبار دقة برهانه إلا فى المرحلة الثانية من بحثه .

وفى هذا الاختبار الدقيق يبدو أن الرياضى يدعو كل الآخرين إلى التحقق من فكرته الخاصة ، فلا يعود الحدس الرياضى الذى يتحقق منه على هذا النحو ، فكرا فردياً بالمعنى الصحيح ، أى لا تتمثل فيه صفة طالما طالب بها أنصار الفكر الحدسى فى الفلسفة . وقد تبدو هذه الملاحظة [الفردية] مرتبطة بعلاقة فرعية ، وظاهرية ، للتفكير الرياضى . ولكن إذا كان الحدس الفردى فى حاجة إلى التحقق من صدقه حتى يمكن قبوله — ففى هذا ما يكفى لبيان طبيعته الحقيقية . فالحدس الرياضى لابد من أن يتداول ، ومن

الضرورى أن يقبله مجموع الرياضيين قبولا تاما ؛ ومن الواجب أن يحكم عليه من خلال نقط اتصاله وارتكازه على النظريات الرياضية التى تم تركيبها .

وإذا كان من ضروب الحدس ما هو أساس لظهور بعض المشا كل الرياضية ، وإذا كان منها ما يوحى بحلول لمشا كل معينة ، فلا يمكن مع ذلك، تصور تفكير حدس يستغنى عن التنظيم الشكلى الدقيق . والحق أن بين النظرات الحدسية والمناهج الدقيقة تأثيراً متبادلا : فالتفكير القائم على الحدس فى حاجة إلى أن يؤكد ، وإلى أن يشيد بناؤه عن طريق التفكير المقالى ، وهذا التفكير الأخير فى حاجة إلى استعادة صلته بالتأكيدات الحدسية . فإذا اقتصرنا ، كما فعل أحد الفلاسفة، على القول بأن «التفكير الشكلى يستمد حياته من التفكير الحدسى » لما عبرنا بهذا إلا عن نصف الحقيقة . فمن الواجب أن يضاف إلى ذلك ، أن التفكير الحدسى يظل، فى الوقت ذاته ، مرتبطا بالتفكير الشكلى المقالى الذى يضفى عليه اليقين والدقة .

وليلاحظ بوجه خاص أن « هناك بداهات تكون فى بعض الأحيان خادعة إلى أبعد الحدود » ، على حد تعبير بوليجان Bouligand ، وينبغى أن تكون الروح الجبرية algebrisme مرشداً للتفكير الذى يستند متسرعاً إلى البداهة الحدسية .

ولكن يجب أن يوصف الحدس عموما بأنه قبول مباشر لكل بداهة تعرض للعقل . فهناك حالات يكون فيها الحدس « صادراً عن الروح النقدية بحق » : إذ قد يكون لدى المرء أداة جبرية موثوق منها ، ومنهج دقيق ،

ومع ذلك قد يأتى حدس خصب فيشككنا فى إمكان تطبيق المنهج « تطبيقا آلياً » . وعندئذ يصبح الحدس دليلا على حذر بالغ ، وعلى تفكير يقظ لا يثق بالحجج الاستدلالية التى تتشابك بطريقة آلية مفرطة . وقد اقترح بوليجان Bouligand أن تسمى هذه الحدوس باسم « الحدوس المضادة » contre-intuitions . ومن قبيلها حدوس الدالات المتصلة التى لاتحل محلها قيم .

ولكن إذا كانت هناك صلةمتبادلة بين ضروب الحدوس والروح الجبرية Algebrisme كما يقول بوليجان فمعنى ذلك أننا لا نستطيع القول بأن الحدس هو الخطوة الأولى حقيقة . ويمكننا القول بأن إنشاء النظريات الرياضية يقوم على أساس « حدوس » ، ولكن هذه الحدوس ترتبط « بمعرفة » رياضية : وكلما اتسع نطاق المعرفة المكتسبة ، ازداد الحدس وضوحا فالحدس الرياضى هو حدس العارفين .

إن ذلك الحدس الذى يبدو أنه يفرض علينا آفاقا أو موضوعات « جديدة » ، إنما ينتج فى حقيقة الأمر عن ألفة طويلة الأمد مع معان أعدها التفكير الشكلى الدقيق إعداداً طويلا ، ومع نظريات أحكم هــــذا التفكير بناءها . فالحدس لا يؤدى دوره ابتداء من معطيات محددة فحسب .. بل سرعان ما يكتسب لدى الرياضى فاعلية فى ظروف أوسع نطاقا من ذلك بكثير . . . فعالم الهندسة ، لما كان يصبح أكثر « ألفة » بالكيانات التى يدرسها ، فإن الأمر ينتهى به إلى أن يكون لنفسه عنها فكرة تعادل فى وضوحها فكرته عن الأشياء الحقيقية التى تعمر العالم الخارجى . وعلى هذا

النحو يتكون فى بعض مناطق العالم الرياضى ميل إلى إدراك علاقات ، عظيمة الدقة فى أغلب الأحيان ، وذلك عندما يكون كشفه لهذه المناطق قد بلغ حداً معيناً من التقدم[١]. ولقد أكدنا العبارة الأخيرة بوجه خاص ، لكى نلح فى بيان الطابع « الفنى » للحدس الرياضى ، الذى يظل على صلة وثيقة بتمكن الرياضى من المناهج ، والثقة الشديدة بالتفكير المقالى .

١٤ — الحدس بالبديهيات :

حاولنا أن نبين مدى الارتباط والتكامل بين مظاهر الحدس والأساليب الدقيقة فى الرياضة . ولكن قد يخطر اعتراض بالذهن وهو : هل يؤدى ظهور التفكير الذى يعتمد على « البديهيات » إلى رفض الحدس رفضاً تاماً ؟ إنه ليبدو أن وجود مجموعة من البديهيات معناه أن المرء قد بلغ مرحلة من التجريد لم يعد فيها أى مجال للحدس . والحق أن الرياضيين قد تصدر عنهم تصريحات توحى إلى الأذهان الساذجة بمثل هذا الاعتقاد ، وذلك كقولهم : « إننا لا ننكر أن معظم الصور الرياضية كانت تحتوى ، فى أصلها ، على عناصر حدسية محددة . ولكن من المحقق أنها لما جُردت من كل محتوى فقد أمكنها أن تكتسب هذا التأثير العظيم الذى كانت تنطوى عليه فى ذاتها بالقوة، وهكذا أصبحت قابلة للتعبير عن تفسيرات جديدة ، ولأداء وظيفتها فى إعداد النظريات الرياضية »[٢].

---

(١) G. Bauligand : Les méthodes mathématiques. Centre de documentation universitaire, 1948.

(٢) Nicolas Baurbaki ; L'architecture des mathematiques in les grands Courants de la pensée mathématique p. 47.

فلنرجع لحظة إلى هذا التفكير الذى يعتمد على البديهيات والذى سبق أن أشرنا إليه : فهمة البديهيات لا تنحصر فى مجرد تقنين الفروض والقواعد فى نظرية رياضية خاصة ؛ بل إن نسق البديهيات لا يقتصر فى الواقع على عرض البديهيات والمعانى الأولية الخاصة بنظرية ما ، وعلى دراسة مدى اتساق هذه البديهيات فيما بينها واستقلال كل منها عن الأخرى ، وإنما يسعى إلى فهم « السبب العميق » للاستدلالات المتسلسلة ، والكشف عن هيكل الاستدلال ، بغض النظر عن « طبيعة » الموضوعات التى تتدخل فى النظريات الرياضية ، وهو يجمع النظريات لا لأنها تعالج موضوعات رياضية لها طبيعة واحدة ، وإنما لأنها تكشف عن تركيبات واحدة .

وكما يقول هنرى كارتان(١) « لنفرض أن بديهيات نظرية رياضية ما قد اختبرت بصفة نهائية . وعندئذ ينبغى ألا تقتصر نظريتنا الرياضية على أن تكون تأليفاً جامداً للحقائق ، أعنى لنتائج البديهيات . . . فلكى تكون الرياضة أداة فعالة ، ولكى نستطيع ، نحن علماء الرياضة ، الاهتمام بها من أعماق نفوسنا ، فلا بد أن تكون تركيباً حياً ، ولا بد أن نرى فيها بوضوح تسلسل النظريات ، وأن نجمع فيها النظريات الجزئية . وفى هذه المحاولة بدورها نستعين بمنهج البديهيات الذى يزودنا بمبدأ للتصنيف »

وفى هذا المجهود الذى يبذله الرياضى لاستخلاص تركيبات النظريات ، حتى يقارن هذه النظريات فيما بينها ، ويكوّن منها مجموعات ، نجده يقوم بعمل « تجريدى » تماما . فعليه أنّ يتجرد من الحدوس العينية ، التى تجعل تفكيره

(١) Sur le fondement logique des mathématiques, in Revue scientifique, Janvier 1943 p. 11

خاضعاً للمجالات الفردية الخاصة . وعليه ألا يقتصر على ثقافة محدودة تكتفى بأمثلة جزئية ، أو حتى بنظريات خاصة ، بل يجب أن يصل إلى فهم « التركيب الهندسى » للرياضيات ذاتها . ولكن دراسة الصور المجردة تدفعنا عندئذ إلى استخلاص أفكار عامة « موجهة » . وإذا كان فى منهج البديهيات خروج على الحدوس العينية ، فمن المحقق ، مع ذلك ، أنه يكشف عن طبيعة الأشياء ، ويجعلنا نجيد فهم ما هية النظريات الرياضية ونحسن « رؤيتها » بوضوح كامل . « فالآن لم تعد الرياضة ، كما كانت فيما مضى ، تأليفاً آلياً محضاً بين صيغ منعزلة ؛ والحدس قد أصبح الآن — أكثر من أى وقت مضى — يسيطر تماما على نشأة الكشوف الرياضية ، غير أنه قد أصبح منذ الآن يمتلك الوسائل القوية التى تمده بها نظرية الأنواع التركيبية الكبرى ، وهو يسيطر بلمحة واحدة على مجالات هائلة وحـــد بينها منهج البديهات L'axiomatique ، تلك المجالات التى يبدو أنه لم يكن يسودها من قبل سوى الاضطراب الشامل . فمنهج البديهات المبنى على المنطق البحت ، لم يكتف بأن جعل لعلمنا أساسا راسخا . بل أنه يتيح لنا إجادة تنظيمه وإجادة فهمه ، ويجعله أكثر فاعلية ،ويستبدل بالحسابات أفكاراً عامة»[1] .ولكن أليست هذه علامة حدس أصيل يمكننا أن نسميه حدس التنظيم المجرد ؟

إذن نرى الآن إلى أى حد تكون التفرقة بين التفكير المقالى والتفكير القائم على الحدس فى الرياضيات تفرقة مصطنعة . فحتى فى المجال الذى يبدو فيه أن الحدس قد استبعد ، نراه يعود إلى الظهور بصورة قد تكون غير مألوفة ، ولكنها قوية إلى حد بعيد . وهكذا فبناء أكثر الأساليب الرياضية تجريداً يقتضى الالتجاء إلى أكثر ضروب الحدس خصوبة وعمقا .

(١) H. Cartan, ibid.

١٥ — الحدس ومذهب الحدس

ينبغى ألا نطلق اسم « مذهب الحدس » على كل نظرية فى نقد المعرفة تؤكد دور الحدس فى التفكير الرياضى ، إذ أن هذه الكلمة أصبحت اليوم مقتصرة على المذهب « الرياضى» لعالم رياضى هولندى معاصر هو « بروفر Brouwer » وكما يقول « جونست Gonseth» : « إن مذهب الحدس يقترح نظرية جديدة وتطبيقا عمليا جديدا للتفكير الرياضى » . ويعترف مذهب الحدس بمعطيات ، هى بضع معان ذات وضوح بديهى ، وبضع عمليات أساسية للفكر . وهو لا يقبل سوى المعانى الرياضية التى يمكنه أن يبين بالفعل عملية « تركيبها عن طريق هذه المعطيات » ويرى « بروفر » أنه لا يكفى أن نثبت عدم تناقض أحد المعانى حتى نسلم بصحته، بل يجب أن نكون قادرين على تركيبه ، وذلك على حد التعبير الذى نصادفه على الدوام فى كتابات بروفر . فمذهب بروفر لا يكون إذن سوى « جزء » من الرياضيات الكلاسيكية فحسب. ففى بعض الحالات الخاصة المعقدة جدا والخاصة باللامتناهى، قد يجد المرء قضايا ليست متناقضة (وبالتالى ليست باطلة) ولكنه لا يستطيع الجزم بصحتها — أعنى بما إذا كان من الممكن تركيبها بالفعل ، ففى هذه الحالات لا يمكن تطبيق مبدأ الثالث المرفوع . وعلى ذلك فلا يمكن فى رأى بروفر الاعتراف بصحة مبدأ الثالث المرفوع بصفة مطلقة . وإذن فهذا الموقف مرتبط برفض المنطق التقليدى ويقتضى منطقا جديداً (صاغه تلميذ لبروفر هو : هيتنج Heyting). ولكن مذهب الحدس ليس منطقا بحسب جوهره ، وإنما هو مذهب رياضى . وفضلا عن ذلك فالمنطق فى نظر بروفر شأنه فى ذلك شأن كل لغة ، ليس دقيقا فى التعبير عن النشاط الرياضى الذى هو حدسى فى أساسه .

غير أن مذهب بروفر يظل مذهبا خاصا جدا ، وهو على هامش الرياضيات الكلاسيكية تماما .

رابعاً - الهندسات اللاإقليدية

١٦ — المصادرة الخامسة لإقليدس . هندسة لوبا تشفسكى

إذا أردنا توضيح بعض خصائص منهج البديهيات ، فلن نجد فى ذلك خيرا من القيام بعرض سريع للهندسات اللاإقليدية . ولقد ذكرنا من قبل المحاولات المتعددة التى بذلت طوال عصور عديدة للبرهنة على مصادرة إقليدس القائلة بوجود خط مواز ، وخط واحد (وهى المصادرة الخامسة). وفى مستهل القرن التاسع عشر ، أدى الإخفاق العام إلى إثارة فكرة جديدة لدى علماء الهندسة ، بصورة تبلغ قدرا غير قليل من الدقة ، وهى أن مسلمة إقليدس لا يمكن البرهنة عليها ، ومن الضرورى أن نسلم بها دون برهان ، أو أن نسلم بأخرى تعادلها[1]. وبالتدريج أخذت الآراء تتجه إلى رفض الفكرة القائلة إن قضية إقليدس هى نظرية لم يكشف بعد برهانها ، فاعتبرت مصادرة حقيقية لا يمكن استنباطها من المصادرات الهندسية الأخرى . ولو تذكرنا معيار استقلال المصادرات الذى أشرنا إليه فى القسم « ٥ » ، لفهمنا معنى محاولة العالم الرياضى الروسى لوبا تشفسكى Lobatchevski (١٧٩٣ — ١٨٥٦) فلوبا تشفسكى قد بدأ بمصادرة مرتبطة ببقية مصادرات الهندسة الإقليدية ، وهى تنحصر فى قضية تناقض مصادرة إقليدس ، إذ تفترض أن من الممكن مد مستقيمين لا مستقيم واحد ، من نقطة خارج مستقيم . ومن هذا الأساس

---

(١) P. Barbarin : La géométrie non - euclidienne, Gauthiers - Villars p. 12

الأول ، استنبط نظريات عدة ، ونشر نتائج أبحاثه باللغة الروسية فى مطبوعات جامعة قازان Kazan فى عام ١٨٣٠ . ثم نشرها باللغة الفرنسية فى مجلة Journal de Grelle ١٨٣٧ . ولا شك فى أن النظريات التى تكونت على هذا الأساس الجديد كانت تناقض نتائج الهندسة التقليدية. فقد تبين مثلا أن مجموع الزوايا الداخلية للمثلث لا يساوى قائمتين ، بل هو دائما أقل من قائمتين . ولكن لوبا تشفسكى لم يعثر على تناقضات « داخلية » فى البناء الذى شيده على أساس معدل ولو وجد تناقض داخلى لكان فى ذلك برهان على أن مصادرة إقليدس لم تكن مستقلة عن المصادرات الأخرى فى الهندسة ، وأنه يمكن البرهنة عليها .

ولا شك أن اعتراضا يخطر بالذهن هاهنا : فمن الجائز أن لوباتشفسكى لم يسر فى التركيب الذى شيده إلى الحد الذى يجعله يصادف التناقض الذى كان كفيلا بهدم نظرياته ، وكان فى الوقت ذاته كفيلا بأن يأتى أخيراً ببرهان على مصادرة إقليدس بطريق « الخلف » .

غير أن هذا الاعتراض قد وجد الإجابة عنه فى مؤلفات الرياضى الألمانى « فيليكس كلاين » Felix Klein (١٨٤٩ — ١٩٢٥) والعالم الرياضى « پوانكاريه » Poincaré (١٨٥٤ — ١٩١٢) . فقد وضع كلاين « أنموذجا إقليديا » للهندسة اللاإقليدية . ووضع پوانكاريه « معجما » يمكن من ترجمة نظريات لوباتشفسكى بلغة إقليدية . وعلى ذلك ، فإذا كان من الممكن الاهتداء إلى تناقض فى بناء هندسة لوباتشفسكى ، فإن « المعجم » يتيح تحديد هذا التناقض فى بناء الهندسة الإقليدية . فمجال صحة الهندسة اللاإقليدية يعادل فى عمقه

تماما مجال صحة الهندسة التقليدية ، أى الهندسة الإقليدية القديمة [1].

وإذن فقد بين پوانكاريه التكافؤ التام بين الهندسة الإقليدية والهندسة اللاإقليدية عند لوباتشفسكى ، من حيث الحقيقة. ومن هنا يكون السؤال عما إذا كانت إحداهما أصدق من الأخرى ، سؤالا أسيء وضعه . ولندع پوانكاريه يتكلم : « فما قولنا فى هذا السؤال : هل الهندسة الإقليدية صحيحة ؟ ليس لهذا السؤال أى معنى ، بل هو لا يختلف عن التساؤل عما إذا كان نظام القياس العشرى صحيحا والمقاييس القديمة باطلة ، وعما إذا كانت إحداثيات ديكارت صحيحة والإحداثيات القطبية باطلة . إن أية هندسة لا يمكن أن تكون أصدق من الأخرى ، وكل ما يمكنها هو أن تكون أكثر يسرا Plus Commode . على أن الهندسة الإقليدية أكثر يسرا من غيرها ، وستظل كذلك دائما .

(١) — لأنها هى الأبسط . . .

(٢) — ولأنها تتفق إلى حد غير قليل مع خصائص الأجسام الطبيعية ، وهى الأجسام التى تقترب منها أعضاء جسمنا ، وعيننا ، والتى نصنع منها ما لدينا من أدوات للقياس »[2] .

ولقد كان لهذه الإشارة إلى اليسر دور كبير فى بداية هذا القرن ،

---

(١) نستطيع أن نهتدى الى أطراف من هذا المعجم فى كتاب بوانكاريه المشهور (العلم والفرض La science et l'hypothèse ص ٥٧)

(٢) المرجع نفسه ص ٦٦ — ٦٧ .

فرأى البرجمانيون فيها تأييدا لمبدئهم الفلسفى القائل إن الحقيقة تتصف بأنها قيمة للمنفعة ، واليسر .

والحق أنه مهما كان لهندسة إقليدس من قيمة عملية تكاد تكون شاملة، فمن الممكن فعلا أن تظهر حالات تصبح فيها الهندسة اللاإقليدية أكثر مناسبة لأحد البحوث الخاصة . فعندما بدأت النظرية النسبية العامة لاينشتين تطبق، تبين أن من الممكن التعبير عنها عن طريق هندسة أخرى لا إقليدية (وهى هندسة ريمان) بطريقة أكثر يسرا منها فى هندسة لا إقليدس . وعلى هذا فالإشارة إلى اليسر لا يمكن أن تمدنا بمعيار للقيمة « العقلية » «والتجريبية» المطلقة لهندسة من الهندسات .

٧ — هندسة « ريمان »

لقد أشرنا منذ هنيهة إلى الهندسة اللاإقليدية عند ريمان Riemann (١٨٢٦ — ١٨٦٦) . وهذه الهندسة بدورها لاتقبل قضية إقليدس القائلة بوجود مواز واحد وتتخذ هندسة « ريمان » بدلا من مصادرة إقليدس مصادرة أخرى تقول إنه لايمكن رسم أى خط مواز لمستقيم : فأى مستقيمين على سطح معين يمكن أن يتقابلا . والواقع أن سطح أية كرة (حين ننظر إليه دون أية إشارة إلى بعد ثالث) يتمثل فيه مجال صالح للتوسع فى هندسة ريمان ذات البعدين . فعلى مثل هذا السطح تكون الفكرة المناظرة للخط المستقيم فى المسطح [١] الذى عرفه إقليدس ، هى دائرة كبيرة (وكما أن

---

(١) يلاحظ الفرق بين سطح الكرة عند ريمان (Surface) والمسطح عند إقليدس plan (المترجم) .

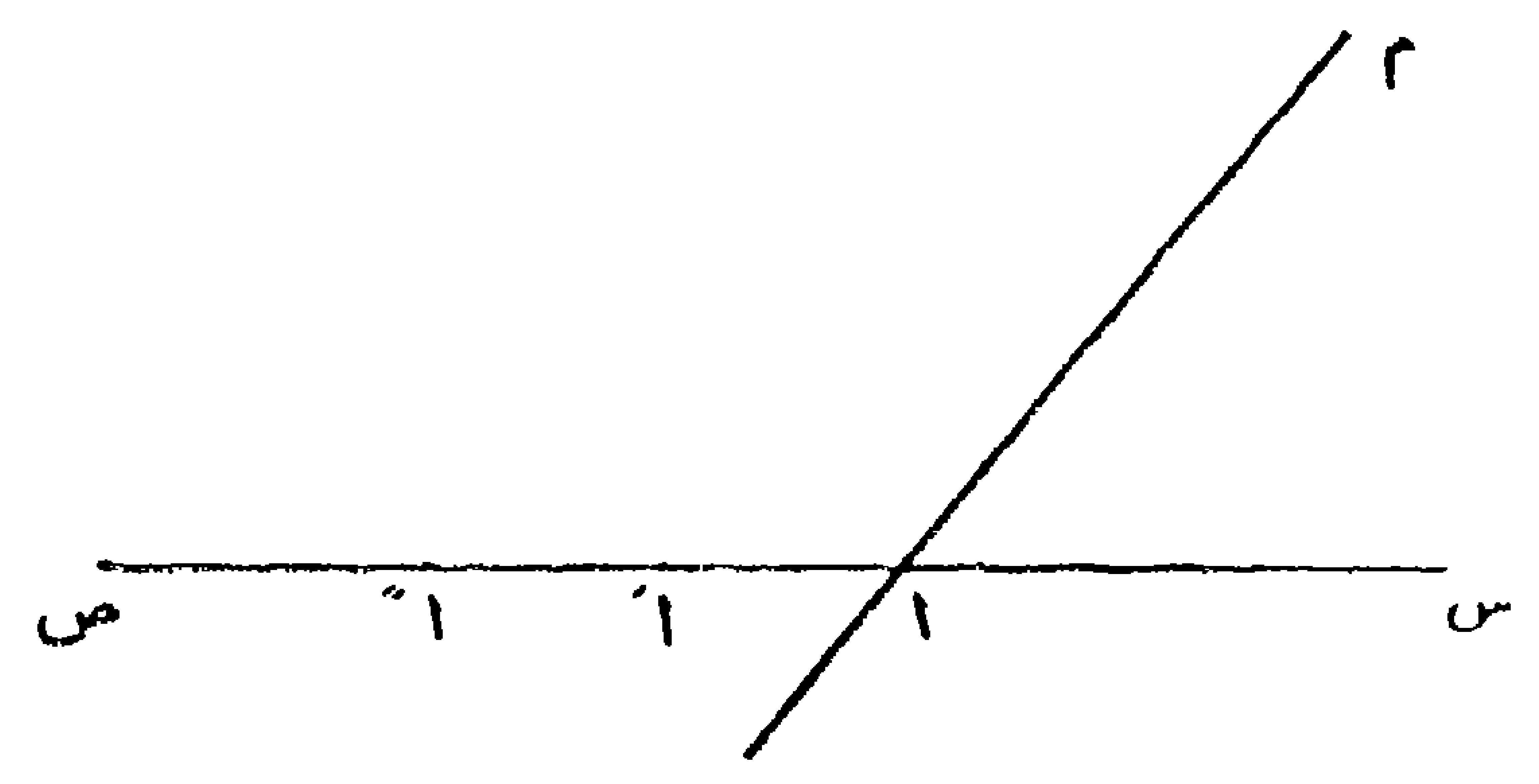
الخط المستقيم هو أقصر مسافة بين نقطتين على سطح واحد ، فكذلك الحال فى الكرة ، حيث يكون الجزء من الدائرة المحصور بين نقطتين هو أقصر مسافة بين هاتين النقطتين) وواضح أن « المستقيم » عند ريمان (أعنى الدائرة الكبيرة) لا يمكن أن يكون له خط مواز (أى دائرة كبيرة أخرى) من نقطة على « السطح » (الكرة) خارجة عن هذا المستقيم . وفى هندسة ريمان يكون مجموع زوايا المثلث أكبر من قائمتين (إذ أن مجموع زوايا المثلث الكروى أكبر بكثير من قائمتين) .

١٨ — هل تتعارض مصادرة لوباتشفسكى مع الحدس؟

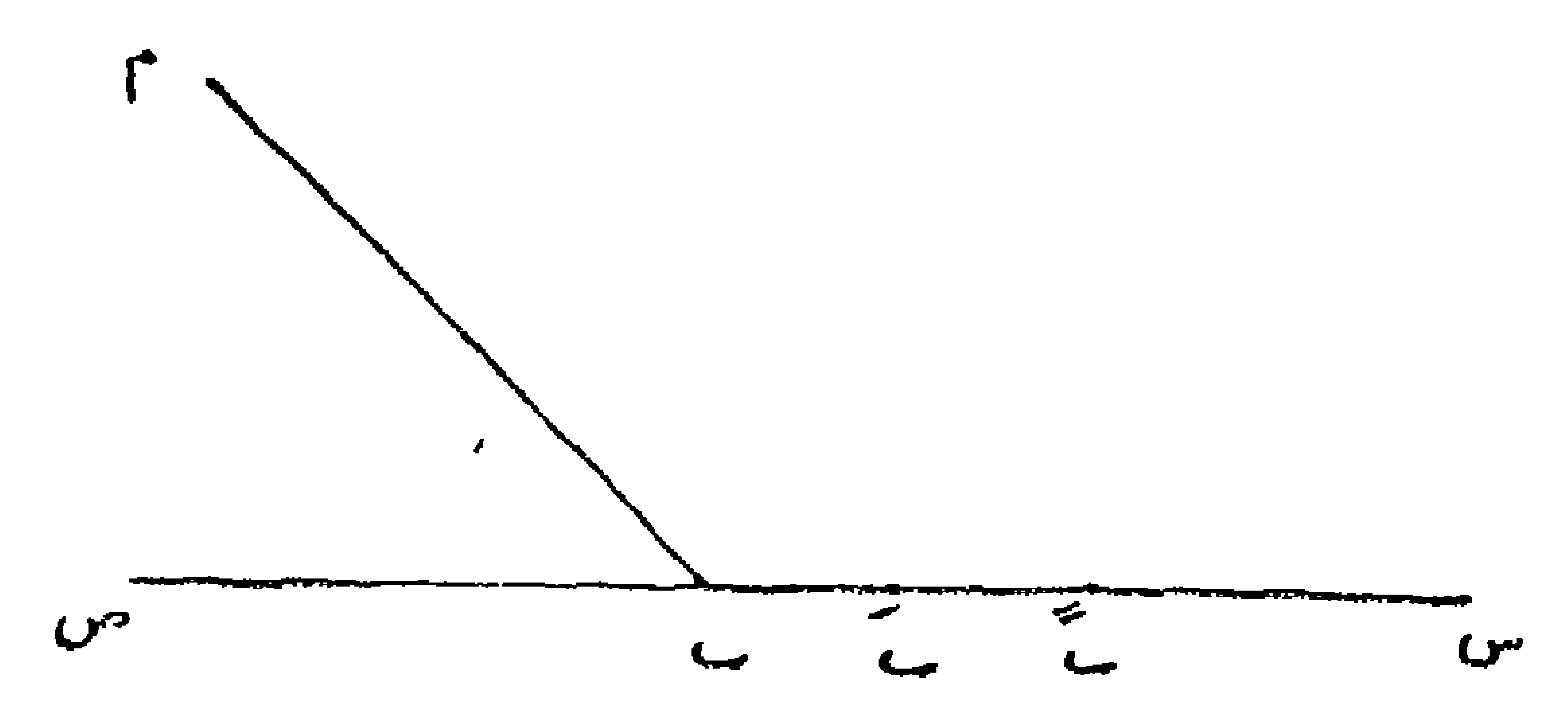
فى هذه الإشارة إلى هندسة السطح الكروى نرى دعامة « لأنموذج » هندسة لاإقليدية فى نظر الحدس . على أن معارضة الحدس الشائع قد تكون أعظم فى بعض الأحيان . فكثيراً ما يسىء المرء تصور التعارض مع تجربة شائعة ، ومع حدس معتاد .

ومع ذلك فيبدو من الممكن تبرير المصادرات الجديدة على أساس الحدس ولنعرض بإيجاز عملية الحدس بالنسبة إلى مصادرة لوبا تشفسكى القائلة إن من الممكن أن يمد من نقطة خارج مستقيم مستقيمان موازيان لهذا المستقيم .

فكيف يحاول المعلم ، فى التربية الأولية ، أن يقدم فكرة الموازى ؟ نفرض نقطة م خارج المستقيم س ص . ونمد منها قاطعا يقابل س ص فى ا . ونتصور أننا نغير موضع هذا القاطع فى نقطة ا ، اَ ، اً . . . وهى نقط تتباعد نحو المستقيم بالتدريج ثم نقول إنه فى النهاية ، عندما تبعد النقطة ا إلى مالا نهاية ، يصبح القاطع موازيا للمستقيم س ص .



وغنى عن البيان أننا لو كنا قد تناولنا القاطع م ب ، ومجموعة من النقط ب ، بَ ، بً . متبعدة نحو اليسار . لأصبح لدينا خط مواز فى النهاية عندما تبعد النقطة ا إلى مالا نهاية فى جهة اليسار .



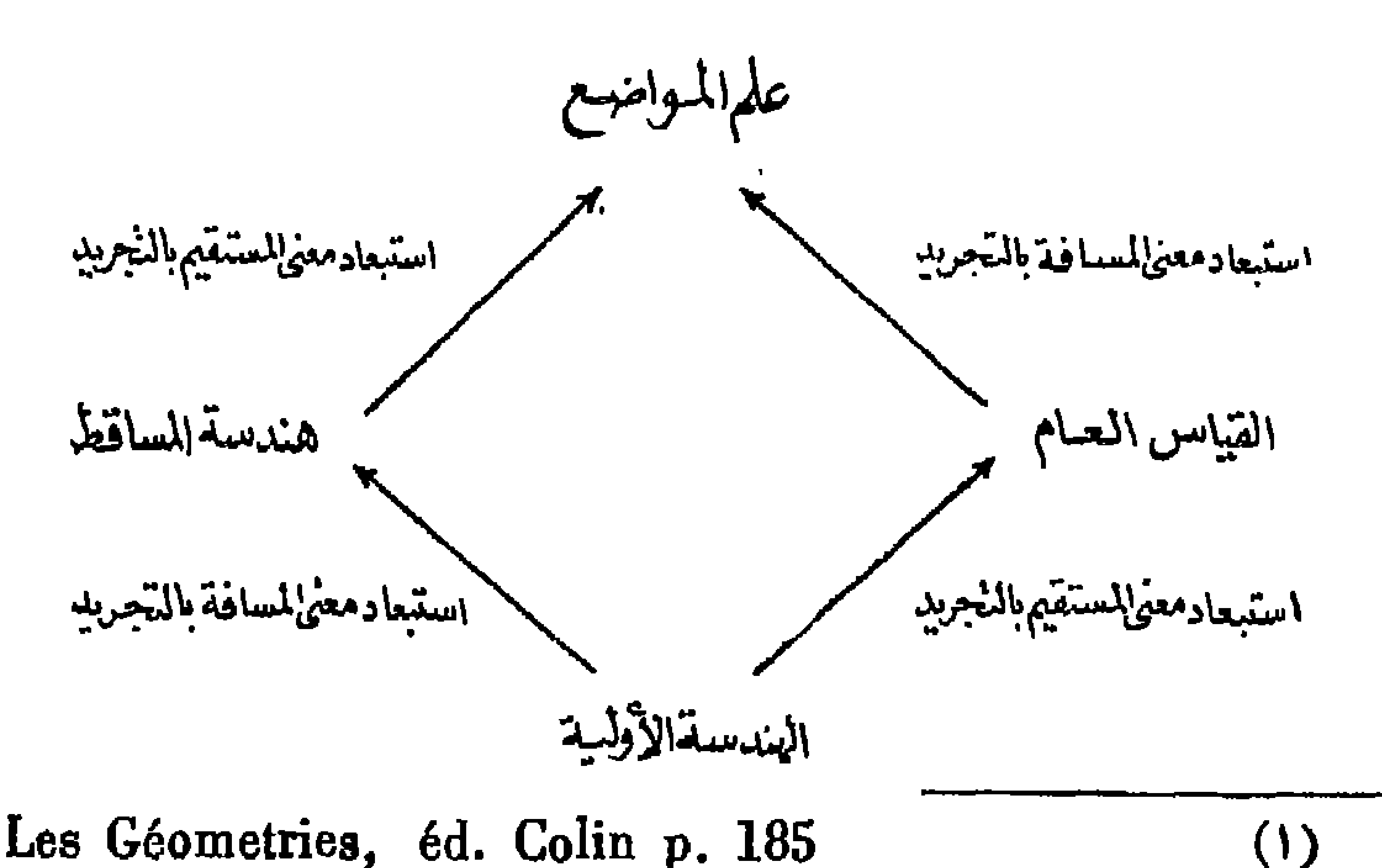
وإليك الآن ما اختاره إقليدس وما اختاره لوبا تشفسكى . ففى رأى إقليدس أن الموازى المكون من نهاية القواطع على اليمين والموازى المكون من نهاية القواطع على اليسار، هو مواز واحد. أما لوبا تشفسكى ، فيرى أن هذين المستقيمين النهائيين هما موازيان ، يظلان متميزين فى النهاية ، كما تميز مجموع القواطع اليمنى من مجموع القواطع اليسرى .

وبالاختصار فإن إقليدس يفترض فرضا زائدا على لوبا تشفسكى. وفى نهاية الأمر يتضح أن حدس لوباتشفسكى كان هو الأكثر حرصا، وهو الذى يضيف إلى الحدس الأصلى أقل إضافة ممكنة! وهكذا، فتى أقلعنا عن الخلط بين الحدس وبين إحدى العادات، ومتى تركنا للعقل حريته التامة فى الحدس، فلن نستطيع القول إن مصادرة لوبا تشفسكى أقل اتفاقا مع طبيعتنا من مصادرة إقليدس.

١٩ — تعدد الهندسات:

وهناك دوافع أخرى متعددة للإكثار من الهندسات. ولكن قد يسىء المرء فهم الازدهار الحالى فى المذاهب الهندسية، إذا أغفل ما يتصف به التفكير الهندسى من وحدة وثيقة.

فالهندسات التى تتباين فيما بينها تباينا هائلا، يمكن أن تتلاقى معا على نحو ما، وأن تتحد فى مجموعة محكمة متسعة من المذاهب. ولكى نعطى فكرة عن هذا التنظيم المتسق للهندسات، نعلق على لوحة ظهرت فى الكتاب القيم الذى ألفه لوسيان جودو Lucien Godeaux [1]



(١) Les Géometries, éd. Colin p. 185

فلنبدأ بالهندسة الأولية ، وهى تنتظم نوعين من الأفكار : أفكار يدخل فيها معنى المسافة ، وأخرى يدخل فيها معنى الخط المستقيم . فإذا استبعدنا أحد هذين المعنيين أو الآخر عن طريق التجريد ، استطعنا الوصول إلى مذهبين أكثر عمومية .

فإذا جردنا معنى المسافة ، وصلنا إلى هندسة المساقط .

وإذا جردنا معنى الخط المستقيم ، وصلنا الى علم القياس العام . فإذا قمنا بعد ذلك بتجريد معنى الخط المستقيم من هندسة المساقط وصلنا إلى علم المواضع Topologie .

كما نصل إلى علم المواضع هذا أيضا إذا جردنا القياس العام من معنى المسافة . وهكذا يتمثل لنا علم المواضع — الذى كان يسمى من قبل بتحليل الموضع analysis situs فى صورة مذهب غاية فى العموم ، لاتتدخل فيه سوى الخصائص الترتيبية الأساسية ordinales (فلما كانت الطوبولوجيا لاتدخل معنى المسافة فى اعتبارها ، فلا مكان فيها للقياس mesure) . وكما يقول جودو Godeaux « فالطوبولوجيا ، من وجهة النظر الحدسية ، دراسة المسطحات والمنحنيات المرنة » . ويكون المسطحان أو المنحنيان متكافئين فى الدراسة الطوبولوجية ، اذا أمكن تطبيق أحدهما على الآخر عن طريق تغيير شكله ، ولكن دون تمزيق أو تغطية . والطوبولوجيا ، رغم مايبدو عليها من بساطة مردها إلى تلك التجريدات التى أوضحناها ، علم رياضى عظيم الصعوبة ، لهذا كانت تجتذب كثيراً من المشتغلين بالرياضة .

فكرة المجموعة :

من بين الأسس التى يقوم عليها تصنيف النظريات ، نجد أن لاعتبارات « المجموعات » الرياضية أهمية خاصة . فلنوضح بإيجاز فكرة المجموعة هذه .

المجموعة هى طائفة من العناصر يمكن أن « تؤلف » مثنى مثنى ، على نحو يعيد تكوين أحد عناصر المجموعة . ولهذا التأليف ثلاث خصائص :

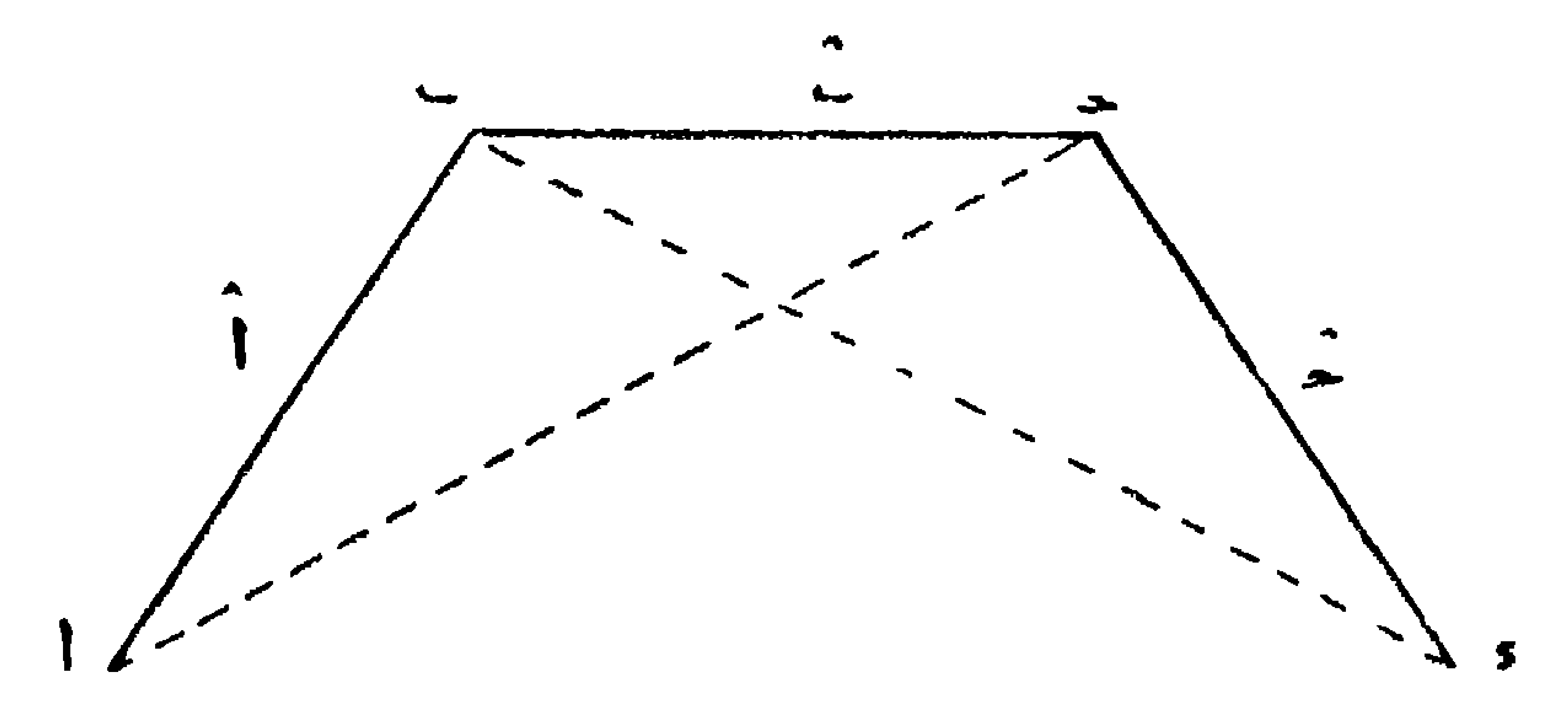
١ — أولها أنه ترابطى associative : فإذا تأملت ثلاث عناصر ا ، ب ، جـ ، فنى وسعى أولا أن أؤلف بين ا ، ب ، ثم أؤلف بين نتيجة هذا التأليف الأول وبين جـ ، ولكننى أستطيع أيضاً التأليف بين ا وبين نتيجة تأليف ب ، جـ : وفى الحالتين أحصل على نتيجة نهائية واحدة .

٢ — يوجد فى المجموعة عنصر محايد (ويسمى أيضاً عنصر وحدة) . وتأليف عنصر محايد مع أى عنصر فى المجموعة يؤدى إلى تكوين هذا العنصر .

٣ — لكل عنصر فى المجموعة عنصر مناظر له (ويسمى أيضاً مقابلا له) . والتأليف بين العنصر ونظيره يؤدى إلى العنصر المحايد .

فلنضرب لذلك مثلا : هو تنقلات أحد المسطحات . فإذا ألفنا بين نقلتين ا ب ، ب جـ (أعنى إذا أجرينا النقلتين بالتعاقب) أصبحت لدينا نقلة هى ا جـ (التى تؤدى بالنقطة ا إلى النقطة جـ)

١ — فإذا أجرينا ثلاث نقلات ا ، ب ، جـ بحيث تصل النقطة ا إلى ى فإنه يستوى عندنا أن نبدأ من ا إلى جـ ثم إلى ى ، أو من ا إلى ب ثم إلى ى .



٢ ــ النقلة المحايدة هى التى يمكن تسميتها بالنقلة المنعدمة ، التى تترك كل الأشكال ساكنة .

٣ ــ كل نقلة تناظرها نقلة متماثلة معها : فلو تأملنا النقلة ا ب ، لوجدنا النقلة المناظرة هى ب ا . والتأليف بين هاتين النقلتين المتناظرتين يؤدى بنا إلى النقطة ا ، التى كنا قد بدأنا منها . فنتيجة هذا التأليف هى النقلة المحايدة كما عرّفناها من قبل .

وإذن فتنقلات المسطح تكوّن مجموعة

ولنلاحظ بصفة عابرة أننا قد عرّفنا خلال هذا العرض نظاما للبديهيات بطريقة مجردة تماما : وهو نظام البديهيات الخاص بالمجموعات ، والذى ضربنا له مثلا ملموساً : هو مجموعة نقلات المسطح .

أما الهندسة الأولية ، فتخضع لمجموعة التغيرات والتشابهات ، وهذا التعبير المجرد يفسر تجربة شائعة : فمن الممكن تغيير موضع شكل دون تغيير الشكل ذاته ، ومن الممكن زيادة أو إنقاص أبعاد شكل بنسبة واحدة ،

دون تغيير خصائصه الهندسية . والذى يُدهش فى الأمر أن هذه الأوصاف المعتادة تكفى للدلالة على ماهية الهندسة الأولية . فإذا ما انتقلنا من الهندسة الأولية إلى مذهب هندسى آخر ، كالطوبولوجيا مثلا ، وجدنا مجموعة أخرى . ففى حالة الطوبولوجيا ، يجب فحص مجموعة تسمى بالمجموعة « المتماثلة الأشكال » groupe des homèomorphies . وتلك هى مجموعة التغيرات الزوجية المتناظرة والمتصلة ، أعنى مجموعة التغيرات التى تجعل شكلين يتناظران نقطة نقطة مع بقاء جوارهما مستمرا .

وفكرة المجموعة لا تكتفى بأن تسود الهندسة ، بل إن الميكانيكا التقليدية تخضع لمجموعة معادلات لورنتس Lorentz .

وهذه الفكرة ، التى تبدو بمثل هذه البساطة فى ظاهرها ، قد اهتدى إليها شاب فرنسى عبقرى قُتل فى مبارزة وهو فى العشرين من عمره ، هو إفارست جولوا (Evariste Galois) (١٨١١ — ١٨٣٢) وقد طبق « جولوا » هذه الفكرة على حل المعادلات الجبرية ، وثبت من بحثه الأخير الذى كتب فى الليلة السابقة على المبارزة ، أن جولوا قد أدرك ما فى استخدام المجموعات فى الجبر من خصوبة عظيمة . والواقع أن فكرة المجموعة ، ومعها بعض المعانى الأخرى المشابهة (مثل معنى الجسم والحلقة الدائرية ...) فكرة أساسية فى الرياضيات الحديثة « فنظرية المجموعات هى ، بمعنى ما ، الرياضة مجردة من مادتها ومردودة إلى صورتها المحضة »[١].

---

(١) أورده فربيه Gustave Varriest فى كتابه
Les nombres ét les espaces. éd. Colin p. 94

خامساً — امتدادات معنى العدد

٢١ — تعاقب الأعداد الصحيحة لا ينتهى :

أوضحنا فى الفصل السابق كيف نشأت فكرة العدد ، فرأينا أن العدّ كان ينحصر فى إيجاد تناظر بين مجموعتين (بحيث يرتبط شىء من إحدى المجموعتين بشىء من المجموعة الأخرى) . فإذا أمكن إيجاد مثل هذا التناظر حتى تستنفد كل الأشياء فى المجموعتين فى وقت واحد ، أمكن القول أن عدد الأشياء فى المجموعتين واحد .

ولكن لا يمكن معرفة العدّ معرفة صحيحة ، إلا إذا استطاع المرء الوصول إلى التناظر بين الأشياء وأسماء الأعداد ، ثم إلى المعنى المجرد للعدد. وسرعان ما تتكون فى الذهن فكرة السلسلة غير المحددة من الأعداد الصحيحة ، ويفهم المرء كيف يستعمل النظام الرقمى دون أن يقف عند حد، عندما يدرك أن عملية الوصول إلى الرقم التالى لعدد معين بإضافة واحد ، يمكن أن تستمر على ما هى عليه ، إلى ما لا نهاية . لهذا يمكن القول إن السلسلة غير المتناهية للأعداد الصحيحة الموجبة تتبدى لدينا فى حدس بسيط .

٢٢ — الأعداد السالبة والأعداد الكسرية :

لنفحص سلسلة غير محدودة ن من الأعداد الصحيحة الموجبة ١ ، ٢ ، ـ ـ ـ ن . فإذا أخذنا أى اثنين من هذه الأعداد ، أمكننا دائماً أن نجمعها فتكون النتيجة التى نحصل عليها هى دائماً عدد فى السلسلة م . ولكننا إذا نظرنا إلى حالة الطرح ، وجدنا أن هناك حالات لا يعود فيها

الطرح ممكنا . لهذا أدت الرغبة فى المضى فى عملية الطرح دون أى عائق ، إلى وضع معنى العدد السالب ، وبالتالى إلى زيادة سلسلة الأعداد عن طريق الأعداد السالبة . كما أدت استحالة إجراء عملية القسمة دون باق بين الأعداد الصحيحة فى حالات معينة ، إلى التوسع فى فكرة العدد ، عن طريق خلق الأعداد الكسرية . وكما يقول الرياضى بول ديبرل Paul Dubreil فى بحثه عن الجبر « إن لمشاكل الامتداد التى تثار عن طريق مجرد تحليل لفكرة العملية ، أهمية قصوى »[1]

٢٣ — الأعدادا الجذرية rationnels والأعدادالصماءirrationnels :

فلنفحص الآن امتدادات العدد كما تظهر عندما نستخدم العدد للتعبير عن نتائج القياس (mesure) : فقياس بعد معين (وليكن طولا مثلا) هو البحث عن عدد مرات احتواء هذا البعد المراد قياسه ، على بعد آخر يتخذ وحدة وعندما حاول الفيثاغوريون قياس طول قطر المربع ، متخذين وحدة القياس من طول نحصل عليه بتقسيم ضلع المربع أقساماً متساوية ، أدركوا أن القياس فى هـــذه الحالة لا يمكن أن يتم « بدقة » وهكذا تبين أنه لا يوجد قياس مشترك بين طول الضلع وطول القطر . . . فلم يكن من الممكن الاهتداء إلى « مقياس مشترك » commune mesure بين هذين المستقيمين اللذين يتمثلان فى شكل بسيط جداً .

(١) Paul Dubreil : Algèbre. Gauthiers—Villars 1946,p.24
ومطالب التطبيق دون استثناء ، يتمشى مع الفكرة الحديثة عن العملية المجردة :
« فتعريف العملية المجردة ينطوى على القول بأن هذه العملية ممكنة دائما ، أعنى أن كل زوج ، بلا استثناء ، من العناصر ا ، ب . فى مجموع معين ، تناظره النتيجة ﺟ (التى تنتمى الى نفس هذا المجموع)».

ولقد كان فى ذلك « إخفاق » لتطبيق العدد على قياس الأبعاد . ومع ذلك ، كان من الضرورى البحث عن « كيان » رياضى للتعبير عن « العلاقة » بين هذين الطولين اللذين تبين عدم وجود مقياس مشترك بينهما . ولما كان الرياضيون قد نظروا دائماً إلى الأعداد الصحيحة ، على أنها واضحة جلية أمام العقل ، ولما كان من الممكن القول بأن الأعداد الكسرية ترجع إلى الأعداد الصحيحة (بوصفها علاقة بين عددين صحيحين) فقد كان من الطبيعى أن يُطلق على مجموع الأعداد الصحيحة والكسرية (الموجبة والسالبة) ، اسم الأعداد الجذرية[1] . أما الكيانات الجديدة التى لا يمكن التعبير عنها بأعداد جذرية ، فقد سميت « صماء » .

فإذا رجعنا إلى النظرية الأساسية فى قطر المربع ، لوجدنا أن العدد الأصم الذى صادفناه كان $\sqrt{2}$ ، إذا اتخذنا من ضلع المربع وحدة[2] . ولنقل ثانية إن هذا العدد لا يمكن أن يوضع فى صورة كسر (ومن الممكن حسابه باستخراج الجذر التربيعى ، ولكن الحساب يظل تقريبياً على الدوام)

وبهذه الاشارة إلى الجانب التاريخى ، وضحنا كيف ظهرت فكرة

---

(١) يلاحظ أن ترجمتها الحرفية هى : الأعداد « المعقولة » كما يلاحظ أنه أشار فى مستهل هذه الجملة إلى أثر هذه الاعداد على « العقل » ، وذلك لتوضيح اشتقاق اللفظ . (المترجم)

(٢) وتر المربع هو وتر مثلث قائم الزاوية ضلعاه هما ضلعا المربع . ولما كان مربع الوتر فى المثلث القائم الزاوية يساوى مجموع المربعين المنشأين على الضلعين الآخرين ، فإننا إذا افترضنا أن طول ضلع المربع (١) ، كان مربعه (١) أيضاً ، وكان مجموع مربعى الضلعين (المتساويين) « ٢ » الذى يساوى مربع الوتر ، فيكون طول الوتر نفسه هو $\sqrt{2}$. (المترجم)

الأعداد الصماء فى الهندسة . ولكن دورها فى الجبر واضح . فالجذر $\sqrt{٢}$ هو جذر المعادلة س^{٢} — ٢ = صفر . ونستطيع كتابة عدد لا متناه من المعادلات تكون جذورها كلها أعداداً صماء .

وهكذا نرى أننا إذا أردنا حل كل المعادلات الجبرية ، فيجب علينا التوسع فى عتادنا العددى . فهناك حلول معينة لمعادلات جبرية تعبر عنها أعداد صحيحة وكسرية . وهناك حلول أخرى تعبر عنها أعداد صماء (ووجود هذه الأعداد الصماء راجع إلى أن الأعداد الصحيحة والكسرية ليست كلها مربعات كاملة) ، وإذن فلضمان وحدة التفكير الجبرى ، يجب أن نجمع فى مذهب واحد بين مجموعة الأعداد الصحيحة ، والكسرية والصماء ، مثل $\sqrt{٢}$. ولما كانت كل الأعداد الصحيحة والكسرية والصماء ، كما عرفناها الآن ، يمكن تصورها حلولا لمعادلات جبرية ، ترتب على ذلك أنها تندرج جميعها تحت اسم واحد هو الأعداد الجبرية .

٢٤ — الأعداد العالية :

ومع كل ذلك فما زلنا بعيدين عن الوصول إلى كل الكيانات الضرورية لدراسة الكم دراسة عامة . فهناك نقط على محور السينات لا يمكن تحديد نقطها البيانية عن طريق أى عدد من الأعداد التى أشرنا إليها حتى الآن . وهناك أعداد ليست حلا لأية معادلة جبرية ، وتسمى بالأعداد العالية transcendants (فالعدد π مثلا عدد عال : إذ ثبت أنه لا يمكن أن يكون حلا لمعادلة جبرية) ولما كانت كل الأعداد الجذرية (الصحيحة أو الكسرية) حلولا لمعادلات جبرية ، فقد وجب أن تكون الأعداد العالية أعداداً صماء.

فللأعداد الصماء إذن نوعان : أعداد صماء مثل $\sqrt{٢}$ ، وهى أعداد جبرية ، وأعداد صماء مثل π ليست جبرية ، ومن ثم كانت عالية حسب تعريفها .

والأعداد الجبرية والأعداد العالية تكون مجموع الأعداد المسماة بالحقيقية réels . ومن الممكن وضعها كلها مرتبة فى مستقيم واحد ، فيكون مجموع هذه الأعداد هو مجموع كل نقط المستقيم . وهى كلها تتساوى فى أنها أحوال للمقدار . وهكذا رأينا كيف ازداد عالم التفكير الرياضى ثراء بهذه الموضوعات الجديدة (١) .

١٥ — الأعداد الخيالية :

والجبر يبحث فى الأعداد الخيالية إلى جانب الأعداد الحقيقية : وهى تظهر بدورها لتعميم القضايا . فإذا تأملنا مثلا المعادلة $س^٢ + س + ١ =$ صفر كان علينا أن نستخلص الجذر التربيعى لعدد سالب ، وعندئذ نقول إن المعادلة ليس لها جذر حقيقى ، ومع ذلك ففى وسعنا أن نتصور إمكان حل هذه المعادلة إذا قلنا بفكرة العدد الخيالى . غير أن المسألة فى هذه المرة ليست امتداداً لفكرة العدد بالمعنى الصحيح : إذ لا يمكن تصور العدد الخيالى بأنه نقط على خط مستقيم ترتب عليه كل الأعداد الحقيقية ، بل إن العدد الخيالى

---

(١) اذا عدنا إلى استخدام تعبيرات هلبرت ذاتها ، أمكننا أن نسمى « منهج إدخال معنى العدد الحقيقى بالمنهج التكوينى génétique » مادام أعم معنى للعدد الحقيقى ينتج عن طريق امتدادات متعاقبة لمعنى العدد الصحيح ، ولكن من الممكن إدخال معنى العدد الحقيقى مباشرة عن طريق مناهج البديهات الحديثة . فنحدد هذا المعنى عن طريق خصائص تذكر فى نسق من البديهات .

هو فى الوقع تنظيم لعددين حقيقيين ، ويجب ألا يعبر عنه بأنه نقطة على مستقيم فحسب ، بل على أنه نقطة على مسطح . وهنا تغيير كامل للمعنى الأساسى للعدد ، وهو تغيير يزيدنا شعوراً بحقيقة مجموع الأعداد الحقيقية (أى الأعداد الجبرية والأعداد العالية) .

٢٦ — فكرة اللا متناهى - فكرة القوة :

وبعد هذا العرض السريع للامتدادات المتعاقبة لمعنى العدد ، يجب علينا أن نفسح مكاناً لامتداد متطرف ، وأن نختبر بإيجاز مسألة « العـــدد اللا متناهى » . والواقع أن الرياضة الحديثة قد أدركت ضرورة استبدال فكرة جديدة بفكرة العدد لحل مسائل تتعلق بمجموعات من الأشياء « لا نهاية لعددها » . وتلك هى فكرة « القوة » : فتسمى الفئات اللامتناهية من الأشياء باسم المجموعات ensembles . ودراسة المجموعات مبحث أصبحت له أهمية قصوى منـــذ ما يقرب من قرن من الزمان . ويسمى الرياضيون الباحثون فيه باسم المجموعيين ensemblistes .

فعلى أى نحو تبدو فكرة قوة مجموعة لا متناهية ؟ يقال عن المجموعتين إن لهما نفس القوة إذا أمكن وضع تناظر بينهما عنصراً عنصراً (أى تناظر فردى بين كل زوج) .

فكما أن العدد قد استمد معناه من أن فئتين متناهيتين تتفقان فى العدد ، فكذلك تستمد القوة معناها من أن مجموعتين لا متناهتين لهما نفس القوة .

ونقول بعبارة أخرى إن معنى العدد لا يصلح لدراسة مجال اللا متناهى ، بل ينبغى أن نستعين فى هذه الدراسة بفكرة القوة ، وهى فكرة توسع

معنى العدد ، وتستخدم مع ذلك فكرة التناظر واحدا واحدا ، التى نجدها فى أساس بناء الحساب ذاته .

فلننظر بالأمثلة إلى تطبيق فكرة القوة . ولنفحص مجموع حواصل الضرب فى ٣ ، ومجموع حواصل الضرب فى ٥ فإذا كنا بصدد عدد متناه ، أى الأعداد المائة الأولى مثلا ، كان عدد حواصل الضرب فى ٥ أقل بطبيعة الحال من عدد حواصل الضرب فى ٣ . ولكن إذا قارنا المجموعات اللا متناهية عن طريق فكرة القوة ، وجدنا أن المجموعين (حواصل الضرب فى ٣ وحواصل الضرب فى ٥) لهما نفس القوة ، التى تساوى بالضبط قوة مجموع الأعداد الصحيحة ، وهى القوة الأساسية المسماة بقوة « المعدود dénombrable » . ويكفى أن نضع ٣ ، ٥ « بوصفهما عوامل » لكى نبين أن من الممكن إيجاد تناظر بين هذه المجموعات الثلاث حدا حدا :

١ ٢ ٣ ٤ ٥ . . .

٣) ١ ٢ ٣ ٤ ٥ . . .

٥) ١ ٢ ٣ ٤ ٥ . . .

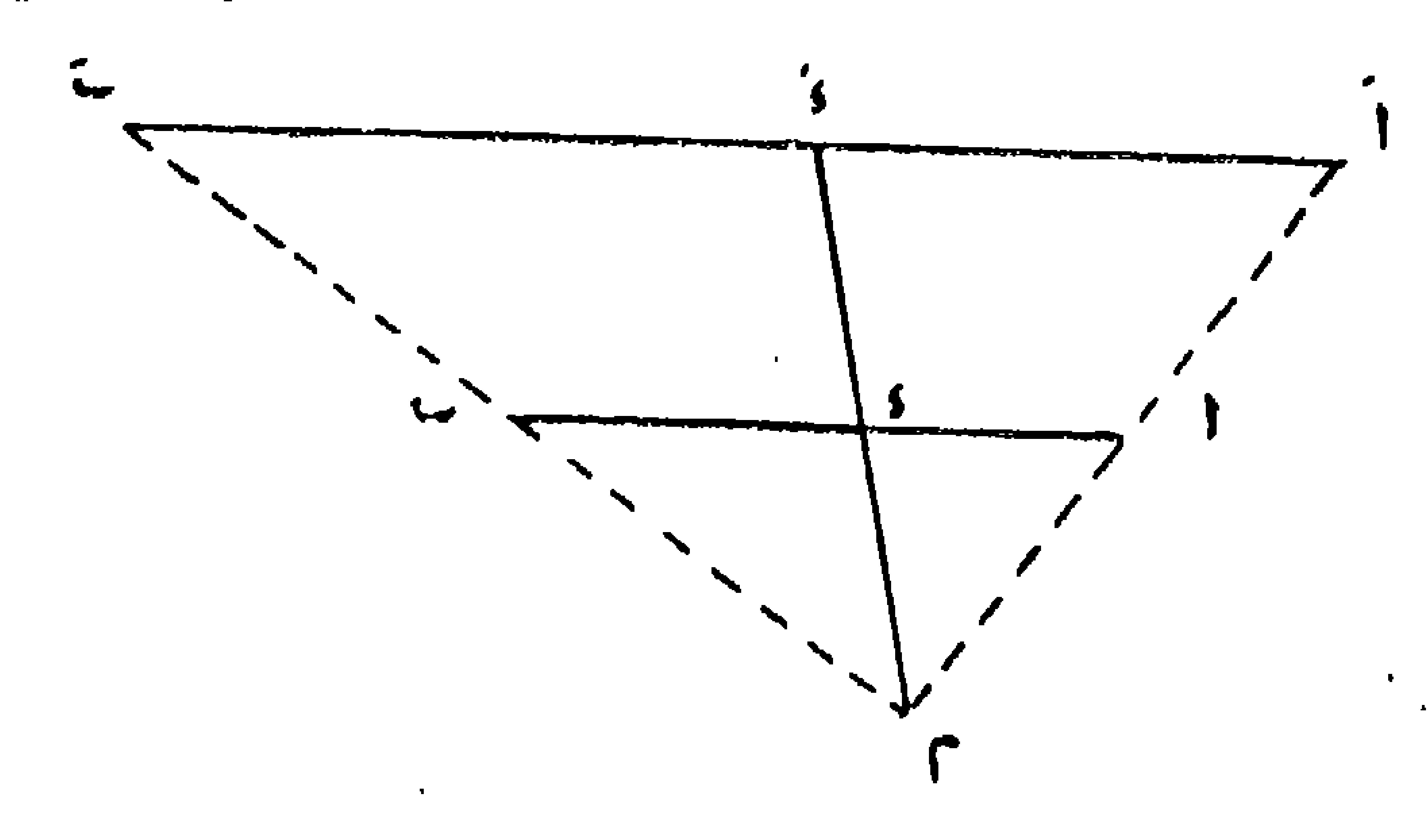
وليس من العسير أن نثبت أن مجموع الأعداد الكسرية يساوى هو الآخر قوة المعدود . بل من الممكن أن نثبت بها أمرا آخر أصعب ، وهو : أن مجموع الأعداد الجبرية (التى تشتمل ، إلى جانب الأعداد الصحيحة والكسرية ، على أعداد مثل $\sqrt{٢}$ ، $\sqrt{٣}$ ، $\sqrt[٣]{٢}$ . .) له هو الآخر قوة المعدود .

ولقد كان لاستبدال فكرة القوة بفكرة العدد قيمة تنظيمية كبرى

فى بحث مشاكل اللا متناهى العددى . وعلينا أن ننتبه جيداً إلى هذه القيمة . والحق أن الفكرة هنا ليست عسيرة ، بل إن كل فيلسوف يريد أن يظل على صلة بالمشاكل الحديثة يستطيع أن يفهمها دون عناء كبير .

أما مجموع الأعداد الحقيقية (وبالتالى مجموع نقط المستقيم) فيجب أن نبحث له عن قوة أخرى . فهذا المجموع ليست له قوة المعدود ، بل له قوة الكم المتصل التى سوف نفحصها الآن .

فلنفحص جزءا من مستقيم طوله ا ب ، وجزءا طوله مضاعف هو اَ بَ . ففى كل منهما بطبيعة الحال عدد لا متناه من النقط ، ومع ذلك فإذا أردنا مقارنة هاتين المجموعتين اللا متناهيتين من النقط ، كان الجواب المتسرع هو أن نقط اَ بَ ضعف نقط ا ب ، ما دام طول اَ بَ ضعف طول ا ب . ولنتصور المستقيمين كما فى الشكل التالى . فمن الممكن أن تؤدى قواطع مثل م د دَ إلى إيجاد تناظر بين كل نقطة من ا ب وبين نقطة واحدة فحسب من اَ بَ ، وبالعكس . وهكذا نجد أن مجموع ا ب ومجموع اَ بَ لهما نفس القوة ، وهى القوة المسماه بقوة المتصل . وليس هذا البرهان حديثا ،



بل إنه يظهر فى كتاب « أويلر Euler »[1] « رسائل إلى أميرة ألمانية » .

على أن فكرة القوة هذه ، التى ثبت أن لا غناء عنها فى دراسة المجموعات اللا متناهية ، قد تحير الحدس ولنضرب لذلك مثلا : فلنتصور جزءا من خط مستقيم ا ب ، ونقسمه إلى ثلاثة أجزاء متساوية ، ثم نمحو الجزء الأوسط . ثم نعيد عملية التفريغ فى الجزئيين الباقيين ، ثم فى الأربعة أجزاء الباقية ، وهكذا دواليك . قد نظن أن عمليات البتر هذه ، التى تتوالى إلى مالا نهاية ، تؤدى إلى تناقص عدد نقط ا ب بسرعة كبيرة . ولكن لنقل مرة أخرى إن فكرة العدد لا تصلح للتعبير عن عناصر المجموعات اللا متناهية . ويثبت الرياضيون أنه على الرغم من هذا التناقص غير المحدود ، يتبقى من المجموع الأول ا ب نقط تكفى لكى يكون المجموع الباقى مساوياً على الدوام لقوة المتصل .

ويصادفنا دافع آخر من دوافع الدهشة إذا تابعنا الرياضى فى تقديره لقوة مجموع نقط المسطح . فقد أوضح الرياضى الإيطالى « بيانو Peano » تركيب المنحنى الذى يمر بجميع نقط المربع . ولما كان مجموع نقط المنحنى له قوة المتصل ، فلا بد أن نستنتج إذن أن مجموع نقط المسطح له نفس القوة بالضبط .

والحق أننا إذا أردنا توضيح أهمية فكرة القوة هذه فى الأبحاث الدائرة حول ظواهر اللا متناهى ، فربما وجب أن نأتى بأمثلة أخرى متعددة .

---

(١) ليونارد أويلر (١٧٠٧–١٧٨٣) عالم رياضى وفلكى سويسرى مشهور ظهرت له أبحاث عظيمة القيمة خلال القرن الثامن عشر (المترجم) .

ولكن الأمثلة التى أوضحناها تكفى فى بيان العمل الضخم لضروب الحدس ، التى تظل تصحح على الدوام عن طريق إنتاج العقل لأفكار جديدة أخرى ، وهى أفكار أصلح من الصور الأولى التى كونت فى حدس متسرع .

مراجع

— Pierre Boutroux : L'idéal scientifique des mathématiciens (Alcan 1920).

بيير بوترو : المثل العلمى الأعلى لعلماء الرياضة

— Henri Poincaré : La science et l'hypothèse (Flammerion)

بوانكاريه (العلم والفرض) . [انظر بوجه خاص الفصول الخمسة الأولى]

— G. Bouligand : les aspects intuitifs de la mathématique Gallimard 1944,

بوليجان : الأوجه الحدسية للرياضة

— G. Bouligand et J. Desgranges : Le déclin des absolus mathématico-logiques (Sedes 1949).

— Les grands courants de la pensée mathématique, presentés par F. Le Lionnais (Cahiers du Sud 1948).

التيارات الكبرى للتفكير الرياضى . قدمه لو ليونيه

— Russel : Essai sur les fondements de la géometrie (trad. Cadenat 1901).

رسل : رسالة فى أسس الهندسة (ترجمة فرنسية)

— F. Gonseth : Les fondement des mathématiques (Blanchard 1926).

جونست : أسس الرياضيات

— Godaux : Les géometories (Colin 1937)

جودو : الهندسات

— G. Verricst : Les nombres et les espaces (Balin 1951).

فرييه : الأعداد والأمكنة

— E. Colerus : De pythagore à Hillbert (Flammarion).

كولروس : من فيثاغورس إلى هلبرت

الفصل السابع

العُلومُ الطّبيعيّة

تتصف العلوم الطبيعية الحديثة بتطبيقها للرياضيات على معرفة الطبيعة ، تبعا لفكرة عبر عنها ديكارت ، وإن كان تحقيقها يرجع إلى كيلر وجاليليو . وفيما بعد طبق « لافوازييه » هذه الفكرة على الكيمياء .

ومن الممكن رد مناهج هذه العلوم إلى ثلاث عمليات متتالية :

١ — تحديد الظاهر ، الذى لاينحصر فى مجرد ملاحظتها بدقة ، حتى لو كان ذلك من طريق آلات التحليل ، والتكبير ، والتسجيل ، بل ينطوى على قياس ظواهر مختارة ، وتفسير هذا القياس و تصحيحه .

٢ — البحث عن القوانين ، أى عن العلاقات الضرورية التى تصدق بصفة عامة ، والتى تربط الظواهر بعضها ببعض وليس هذا البحث قراءة بارعة للظواهر ، كاظن «جون استيوارت مل» ، بل هو إبداع حقيق . ومن الممكن تصنيف الأنماط الرئيسية للإبداع التجريبى .

٣ — التحقق من صدق القوانين ، أو التجريب ، وهو اختبار الفكرة عن طريق ظواهر ينتجها المرء أو يتنبأ بها . ويقال عن هذا التحقيق ـ تبعا لاصطلاح بيكن ـ إنه حاسم cruciale إذ كان يتخذ صورة برهان الخلف ، الذى نصل إليه بحذف الفروض الباطلة ولكن هذا الخلاف لا يؤدى أبداً إلى نتيجة دقيقة منطقيا .

وأخصب أجزاء المنهج التجريبى هو « الفرض » ، الذى يخترع من أجل تفسير الظواهر بقانون سوف نتحقق من صدقه تجريباً . والطبيعة الرياضية فرضية استنباطية ، شأنها فى ذلك شأن العلوم الرياضية ، وكل مافى الأمر أن البرهان فى هذه العلوم الأخيرة يأتى عن طريق الإثبات الاستنباطى ، أما فى الأولى فالاستنباط يبحث عن البرهان فى الظواهر .

أولا — نظرة إجمالية

١ — ضرورة التفرقة بين الجانب النظرى والجانب العملى، وبين العالم والمهندس :

تقوم حضارتنا المادية على أساس الصناعة العلمية . وهى تحقق بذلك حلما طاف بذهن « ديكارت » .

فقد أكد ديكارت أنه « بدلا من هذه الفلسفة النظرية التى تعلم فى المدارس، يمكن الاهتداء إلى طريقة عملية تتيح لنا - متى عرفنا قوة وآثار النار والماء والهواء والنجوم والسماوات وجميع الأجسام الأخرى المحيطة بنا ، بمثل الدقة التى تعرف بها مختلف مهن الصناع لدينا — استخدام جميع هذه القوى فى كل الاستعمالات التى تصلح لها . وبهذا نصبح سادة مسيطرين على الطبيعة »[١] .

ولكن من الضرورى أن نميز فى ضروب التقدم التى أحرزها عصرنا بين دور العلوم بمعناها الصحيح ، ودور الأساليب الفنية . ولهذا الفصل بين المجالين أهمية بالنسبة إلى مناهج البحث العلمى أولا ، وبالنسبة إلى الأخلاق ثانياً وعلى وجه أخص . ذلك لأن من الجائز أن يكون الحكم الذى نصدره على مدنيتنا إذا تأملنا النتائج العلمية التى وصلت إليها ، مختلفا كل

---

(١) Discours de la méthode. 6e partie, édition scolaire Gilson, P. 122

الاختلاف عنه إذا تأملنا التطبيقات الصناعية التى استخلصتها من العلم ، وخاصة لأن هذه التطبيقات الصناعية لم تصدر كلها عن العلم مباشرة ، بل الأمر أبعد من أن يكون كذلك .

وعلى أية حال ، فالعلم يستهدف المعرفة : إذ يحصى العالم الذرات ويقيس أبعاد النجوم ، ويحسب عمر الأرض . أما القائم بالتطبيق الفنى ، أى المهندس ، فيحاول الوصول إلى كشوف تزيد من رخاء الإنسان وقوته ، وذلك باستخدام النتائج التى توصل إليها العلماء فى معاملهم فى أغلب الأحيان ، فالتمييز بين الاثنين واضح كل الوضوح .

والذى يهمنا وحده هنا هو العلم بمعنى الكلمة .

حقاً إن من العسير أن نفصله عن الأساليب الفنية فصلا تاماً : إذ أن المصنع يشتغل من أجل المعمل ، بمعنى أنه يزوده بأجهزة عديدة (كالآلات الكهربائية والعدسات الفلكية) — وهى أجهزة يحتاج صنعها إلى مقدرة صناعية غير ضئيلة ؛ وفضلا عن ذلك فالمصنع هو — بمعنى ما — معمل ضخم للتحقيق التجريبى ، وللكشف فى كثير من الأحيان : فإذا كنا على يقين من صحة العلم ، فإن قدراً كبيراً من ذلك اليقين يرجع إلى أن ذلك العلم قد ثبتت صحته بالتطبيقات الصناعية . فالقوة تبرهن على العلم — ولكن العلم ليس هو القوة .

٢ — الفلك ، وعلم الطبيعة ، والكيمياء :

سوف نفرق ، بناء على المصطلحات التقليدية ، بين علم الفلك وعلم الطبيعة والكيمياء ، وإن يكن من المحال أن ننسب إلى هذه التفرقة قيمة مطلقة ،

فنحن نعلم أن هذه العلوم الثلاثة قد أصبحت متداخلة فى أيامنا هذه .

ومع ذلك فسوف تصبح نظرتنا إلى علم الطبيعة الرياضى أكثر وضوحا إذا ما عدنا بها إلى الوراء قليلا ، أى إلى العهد الذى كان علم الفلك وعلم الطبيعة والكيمياء فيه علوما متميزة وكما قال ديكارت ، « فإننا ندرك طبيعة هذه العلوم على نحو اكثر يسراً إذا تأملناها وهى تظهر على هذا النحو شيئاً فشيئا ، مما لو تأملناها وهى تامة كاملة » .

١ — فعلم الفلك الرياضى قد كشفه اليونانيون ، وقد أراد أفلاطون نفسه أن يحوله إلى نوع من الميكانيكا السماوية (١) . والواقع أن مشكلة التفسير الفلكى بالنسبة إلى اليونانيين كانت تقتصر على افتراض وجود حركات « حقيقية » أرادوا أن تكون دائرية مطردة ، حتى يمكن تفسير المظاهر الباديه فى السماء ، لأن الدائرة التى تعبر بحركة مطردة كانت تبدو فى نظرهم الشكل الميكانيكى الوحيد الذى يمكن أن يعقل حقيقة ، ولاشك أن ميتافيزيقا (الفرجار) هذه — إذا أجيز لنا هذا التعبير — كانت ضيقة الأفق إلى حدما ، ولكن توجيهها كان صحيحاً إلى حد بعيد . ثم أدى تقدم الهندسة إلى تقدم علم الفلك . فعندما أصبح الشكل البيضاوى معقولا تماما ، على غرار الدائرة ، وعندما أمكن تحويل عدد كاف من الأقواس بعضها إلى بعض ، عندئذ حدث مايسمى بانقلاب « كبرنك » وأمكن الاهتداء إلى قوانين كيلر . وإنا لنعلم أن كبرنك (١٤٧٣ — ١٥٤٣) قد اقترح فى كتابه المسمى بالدورات

(١) République, livre VII, 529 d, Bibliothèque de la pléiade, I, p. 1122 - 1123 et la note 54 de Robin.

السماوية les révolutions célestes (والذى ظهر فى نفس العام الذى توفى فيه) تغيير أساس ملاحظتنا الفلكية ، وذلك بأن تصبح الشمس مركزاً رياضياً للكون بدلا من الأرض . وقد صاغ كيلر القوانين الثلاثة التى تخضع لها حركة كوكب المريخ حول الشمس ، ثم طبقت هذه القوانين خلال القرن السابع عشر على جميع النجوم وتوابعها . كما استغل (كيلر) الملاحظات الدقيقة التى قام بها أستاذه « تيكو براهى » Tycho-Brahé « .

٢ — كان اليونانيون لايكادون يعلمون شيئاً عن علم الطبيعة الرياضى (بمعناه الضيق) ، هـذا إذا استثنينا علم الصوت الرياضى الذى درسه الفيثاغوريون باسم « علم توافق الأصوات » [1]. وكانوا يعتقدون أن عالم مافوق القمر هو وحده الذى يتمثل فيه النظام ، والقوانين ، والحكمة ، وأن العالم الأرضى أقرب إلى الفوضى ، ومن هنا كان لديهم علم فلك عقلى ولم يكن لديهم علم طبيعى .

ولقد تفرع علم الطبيعة الحديث عن الميكانيكا القديمة ؛ وعلم الفلك لدى كبرنك ، فى آن واحد . وكان جاليليو (١٥٦٤ — ١٦٤٢) هو الذى حدد صورته عندما وضع قوانين سقوط الأجسام . ووضع « ديكارت » أسس علم الضوء عندما صاغ (فى وقت واحد مع الأستاذ الهولندى سنليوس Snellius) قانون الانكسار (فى بحثه : انكسار الضوء Dioptrique عام ١٦٣٧) . وأصبح علم الكهرباء ، الذى كانت تدخله عناصر الدجـــل

---

(١) République, livre, VII, 350 et, 351 c. Bibliothèque de la Pléiade 1 P. 1124-1125.

والتهويش ، وربما التصوف فى القرن الثامن عشر ، علماً عقلياً رياضياً فى القرن التاسع عشر ، على يد كولومب Coulomb .

٣ — أما الكيمياء الحديثة فقد بدأت على يد لافوازييه (١٧٤٣ — ١٧٩٤) . وكثيراً ما يظن أن « الانقلاب الكيميائى » الذى قام به لافوزييه ينحصر فى تحليله للهواء والماء . ولكن فى هذا غبناً له ، إذ ان يرفع ذلك من قدره فوق « شيله Scheele » أو « بريستلى Priestlay » مثلا . وإنما يرجع إليه الفضل فى الكشف عن الوسيلة التى تصبح بها الكيمياء رياضية ، ولهذا عرّف العنصر الكيميائى تبعاً لثبات الوزن فحسب .

ثانيا — منهج علوم الطبيعة

٣ — قواعد جون استيوارت مل ، لا تفسر هذا المنهج :

سيطر على منهج علوم الطبيعة مدة طويلة وصف خاطىء يرجع إلى جون استيوارت مل (١٨٠٦ — ١٨٧٣) ، الذى عرضه فى كتابه عن المنطق (١٨٤٣)[١] . فلنوضح عنصر البطلان فيه ، لكى نستخلص وجه الصواب فى ذلك المنهج العلمى .

فلقد نشأ « مل » فى جو عقلى مشبع بروح المذهب التجريبى الانجليزى ،

---

(١) John Stuart Mill : System of logic, deductive and inductive. chap VIII and IX, Book III.

وقد رأينا أن نبسط عرض ما فيه من آراء ، ونزيدها إيضاحاً وإيجازاً ، مع مراعاة عدم الإخلال بها .

على أن خطأ المذهب التجريبي يكمن فى اعتقاده أن التجربة تقوم على أساس الإحساس السلبي تماما . ولكن سبق أن أوضحنا أن الإدراك الحسى بعيد عن الإحساس كل البعد ، إذ هو ينطوى على قدر غير قليل من التنظيم العقلى. فماذا تقول عن التجربة العلمية ؟ إن هذا الخطأ يرجع إلى خطأ آخر ، ينحصر فى اعتقاد أن الإحساس، أو بعبارة أدق ، الواقعة المحسوسة ، تنطوى فى ذاتها على المعارف التى سنستخلصها منها .

ونتيجة ذلك أن منهج علم الطبيعة ، فى نظر المذهب التجريبى ، هو مجرد اقتطاع من سلسلة التجربة ، مع الاحتفاظ بمعالمها الطبيعية . فماذا يكون التفسير ؟ إنه الكشف عن علة هى الظاهرة . والعلة « السابقة المطردة غير المشروطة». ومعنى ذلك أنها الظاهرة التى تسبق تلك التى نحن بصدد تفسيرها ، والتى تسبقها دائما وتكفى لإيجادها . وبهذا يمكننا استخدام المنطق لاستنباط الطرق والقواعد (Canons) التى يجب اتباعها فى عملية الاقتطاع هذه :

(ا) طريقة الاتفاق: فما دامت العلة هى السابقة المطردة غير المشروطة، فمن الممكن الاهتداء إليها إذا أدركنا أنها هى التى تسبق الظاهرة المراد تفسيرها باطراد مهما تغيرت الظروف .

(ب) طريقة الاختلاف : ولهذا السبب عينه ، يمكن الاهتداء إلى العلة أيضا إذا أدركنا أنها هى التى تختفى إذا لم توجد الظاهرة ، وظلت جميع الشروط الأخرى على حالها .

(ج) طريقة التلازم فى التغيير : كذلك يمكن التعرف على العلة إذا كان تغيرها يؤدى إلى تغير الظاهرة باطراد مع بقاء كل الشروط الأخرى على ماهى عليه .

(د) طريقة البواقى : إذا أمكن عزل مجموعة من السوابق والنتائج ، وأمكن ربط كل واحدة من النتائج ، فيما عدا واحدة ، بكل واحدة من السوابق فيما عدا واحدة ، كانت السابقة الباقية هى علة النتيجة الباقية ، أى أن باقى السابقة هو علة باقى النتيجة .

فتفسير ظاهرة الندى ، فى نظر التجريبى ، هو أن نعمد إلى مجموعة الظواهر المتشابكة فنعزل منها بمهارة المجموعة التى تكونها الظاهرة (مثل تجمع قطرات الماء على حجر ، أو على عشب ، الخ) ، والسابقة المطردة غير المشروطة (تباعد درجة الحرارة بين الحجر أو العشب الذى ظل أو أصبح أكثر برودة وبين الجو ، الذى يحمل قدرا كافيا من الماء ، ويصبح ، أو يظل أكثر حرارة) وهنا نرى كيف يمكن تطبيق المناهج الأربعة على هذه الظاهرة .

ومن المؤكد أن اليأس من الوصول إلى الهدف قد يدفع المرء إلى أن يسلك هذا المسلك عندما يكون أكثر حاجة إلى العمل منه إلى الفهم ؛ اضف إلى ذلك أن الظروف مواتية لذلك ، إذ تكون الصدف ، أو التقاليد قد وجهت العالم نحو السابقة الواضحة التى أحدثت النتيجة — وهذا المسلك شبيه بما يفعله من يحاول إيجاد تفاعل معدنى فى بوتقة .

العلم « والتجربة التائهة » : ولكن العلم لايتكون بهذه الطريقة . فالطرق التىوضعها ستيوارت مل هى طرق التجربة التائهة experientia vaga (على حد تعبير بيكن نفسه) ونجد الدليل على ذلك فى نفس التجربة التى أشرنا إليها من قبل ، وهى تجربة الندى . فتفسير الندى لاينحصر فى عزل سلسلة

متتابعة من الظواهر ، بل هو أن نتصور القوانين الرياضية الخاصة بالضغط الشبع لبخار الماء فى درجات الحرارة المختلفة داخل الظواهر ذاتها ، وهذه القوانين قد وضعها جاى لوساك Gay - Lussac وريني Regnault الخ. بعد تجارب عدة فى المعمل . فالظاهرة التى استخدمها ستيوارت مل لتوضيح نظرياته وتطبيقها ظاهرة مزيفة — وهى لم تقرر ولم تبحث فى واقع الأمر على النحو الذى تقضى به قواعده : بل كانت النظرية الرياضية هى الأساس الضمنى لها منذ البداية .

والخطأ الذى وقع فيه مل هو اعتقاده أن الظواهر تنطوى فى ذاتها على التفسير . والحقيقة أن الواجب هو جلب التفسير إليها . فالتفسير يخترع أكثر مما يكتشف ، ثم يحقق بعد ذلك . وأساس المنهج التجريبى هو اختراع الصيغة الرياضية [1] .

٤ — أمثلة لبحوث فى العلوم الطبيعية تكشف عن عملية ذات ثلاث مراحل:

إن أول مثال نقدمه هو أنبوبة توريشيلي . فقد استشار صناع النافورات فى فلورنسا ، جاليليو ، فى ظاهرة لاحظوها ، وهى أن المـــاء الذى يستخرجونه من الآبار بالمضخات الماصة لا يصعد أكثر من ٣٦ ذراعا [2]

(١) فند رينوفيه Renouvier أولا نظرية ستيوارت مل ، وذلك فى كتابه (المنطق العام) (الفصل الرابع والثلاثين ، توضيح رقم ب) logique générale 2e éd.(colin). — وفندها ثانية وفى أيامنا هذه ، برنشفيك فى كتابه : التجربة الإنسانية والعلية الطبيعية L'expérience humaine et la causalité physique (ألكان ١٩٢٠) الجزء الأول ، الكتاب الثالث .

(٢) فى الأصل الفرنسى 18 brasses وهو مقياس يساوى ذراعين تقريباً . [المترجم]

(١٠ أمتار و٣٣ سم) بأية حال من الأحوال . فما سبب هذه الظاهرة ، يقول علماء الطبيعة إن ارتفاع الماء فى الأنبوبة يرجع إلى أن الطبيعة تفزع من الفراغ ، ولكن كيف نفسر أن هذا «الفزع» يتوقف عندما يصل الماء إلى ارتفاع ٣٦ ذراعا ؟ أجاب جاليليو إجابة لا قيمة لها لأنها سطحية ، ولا تفسر شيئا فى واقع الأمر : ولكن ظهرت عبقريته فى علم الطبيعة الرياضية فى نقطة معينة : فقد تنبأ بأن هذا الحد الأعلى من الارتفاع يتناسب تناسبا عكسيا مع كثافة السائل .

(ا) وهنا يبدأ عمل توريشيلى ، الذى كان تلميذا لجاليليو . فهداه خياله إلى اجراء تجربة يستخدم فيها أثقل السوائل ، أى الزئبق . فإن كان جاليليو على حق فإن الزئبق سوف يرتفع فى أنبوبة مفرغة إلى ارتفاع أقصى ما تكون نسبته إلى الست والثلاثين ذراعا كنسبة كثافة الزئبق إلى كثافة الماء . أعنى أنه سوف يرتفع قدر ذراعين على وجه التقريب وبدلا من تفريغ الأنبوبة مما فيها من هواء باستخدام مضخة ، يلحم أحد طرفيها وتملأ زئبقا حتى حافتها ، ويصب هذا الزئبق من الطرف الآخر . ونحمل الأنبوبة وهى مليئة بالزئبق ، مع تغطية الطرف المفتوح ، ثم تقلب فى إناء من الزئبق ، ثم ينزع منها الغطاء تحت زئبق الإناء ، فيلاحظ أن الأنبوبة إذا كانت طويلة بقدر كاف فإن الزئبق يهبط فيها قليلا ، ولكنه يظل مرتفعا حتى المستوى المتوقع ، وهو « ذراعان وقيراط » (٧٦ سم) . تلك هى الظاهرة (حوالى ١٦٤٤)

(ب) وقد ابتكر توريشيلى تفسيرا لها . وينحصر هذا التفسير فى أن نتصور الأنبوبة وإناء الزئبق على أنهما الفرع الأول والقرار لوعاء على شكل الحرف U ، ويحتوى على سائلين متوازيين أحدهما هو الزئبق ،

فما هو الآخر ؟ إن الآخر هو الهواء الذى يجب اختراعه بالمعنى الصحيح، إذ أنه لم يكن من العناصر التى يلاحظ وجودها فى هذه التجربة . ولكننا نعلم أن الهواء موجود ، وأن له وزنا . ثم إن جاليليو كان هو الذى حدد كثافته بمقدار $\frac{1}{٤٠٠}$ من كثافة الماء . ونحن نعلم أيضا ، عن طريق الملاحظات الجوية ، أن الغلاف الجوى حول الأرض يبلغ سمكه ما بين « ٥٠ ، ٥٤ ميلا» على حد قول توريشيلى : فجميع هذه الظواهر يمكن ربطها بعملية رياضية . فبضرب ارتفاع الغلاف الجوى المعروف فى كثافة الهواء المعروفة ،فنحصل على ناتج يعادل إلى حد بعيد ، الناتج الذى نحصل عليه إذا ضربنا كثافة الزئبق فى ارتفاعه العمودى فوق سطح الوعاء . وتلك هى الفكرة التى تتخذ صورة رياضية دقيقة .

(ج) وهذه الفكرة تبدو من الآن راسخة ، بفضل ما تتصف به من مطابقتها للعقل . وهى فكرة رائعة ، ولكنها لن تصبح صحيحة إلا إذا تحققنا من صدقها . ولم ينجح توريشيلى فى الوصول إلى طريقة مقنعة للتحقيق ، تثبت بها صحة فكرة الأنبوبة التى تتخذ شكل U . وكان باسكال هو الذى اهتدى إلى هذه الطريقة ، وربما كان ذلك بإيعاز من ديكارت ، الذى قابله باسكال فى باريس عام ١٦٤٧ . ولقد كان الصالون الباريسى لأبيه « اتين باسكال Atienne Pascil » يكاد يكون نظيرا لمدرسة جاليليو فى فلورنسا . ولما ترامت أنباء ظاهرة توريشيلى ، إلى أسرة باسكال فى ١٦٤٦ أعادو إجراء التجربة وفى ١٦٤٧ ، عرفوا فكرة توريشيلى، وبعد شهرين من مقابلة بليز باسكال لديكارت ، أرسل إلى صهره « فلوران بريبه Florin Périer » فى كليرمون — فيران ، الإرشادات اللازمة لإجراء التحقيق : فعليه أن يعمل على تقصير ما كنا نسميه بالفرع الهوائى للأنبوبة U ،

وبالصعود على جبل عال إلى حد ما (هو جبل بوى ديدوم Puy de Donme وهناك يجب ملاحظة انخفاض الزئبق فى الفرع الآخر . وأجرى «بيريه» التجربة فى نهاية صيف ١٦٤٨ ، فنجحت نجاحا باهرا ، وشجع ذلك النجاح باسكال على مواصلتها على نطاق أضيق ، إذ انخفض عمود الزئبق انخفاضا محسوسا (درجتين) عند ما صعد باسكال فوق برج « سان جاك دلا بوشرى» البالغ ارتفاعه ٢٥ قامة . كما انخفض عمود الزئبق نصف درجة فى أعلى بيت يبلغ ارتفاعه ثمانين قدما (١).

أما المثال الثانى فسنقتبسه من نيوتن :

ا ، ب — خلال فترة أقامها نيوتن فى بلدته الأصلية ، متجنبا فيها وباء الطاعون المنتشر فى لندن (١٦٦٦) ، خطرت بباله فكرة تشبيه حركة النجوم الثانوية حول النجوم الرئيسية (كالكواكب حول الشمس ، والتوابع حول الكواكب) بحركة السقوط .

ويزعم بعضهم أن الظاهرة الأصيلة هى سقوط التفاحة ، وأن الفكرة عندئذ كانت تنحصر فى تشبيه حركة القمر حول الكرة الأرضية بسقوط التفاحة على الأرض ، والقول بأن القمر يسقط بدوره على الأرض بلا انقطاع ، وإن كانت له سرعة أصلية تؤخر سقوطه إلى مالا نهاية . فاذا كان

---

(١) انظر فى هذا المثل الأول كتاب :

Pensées et opuscules, éd. Scolaire Brunschvicg (Hachette) p. 66 et suivantas. Lalande : Lectures sur la philesophie des sciences (Hachette) p. 140-144.

وانظر أيضاً لمؤلف هذا الكتاب

Le développement de la physique Cartésienne (Vrin) (1934 p. 38-42).

للقذائف فى سقوطها سرعة مبدئية تبعد نقطة سقوطها، أفلا يمكننا أن نتصور أنه إذا كانت هذه السرعة كبيرة إلى حد ما (ونحن نعلم اليوم أنه يكفى أن تبلغ هذه السرعة ٨ كم فى الثانية) فإن القذيفة الساقطة تهبط حول الأرض ، إذا جاز هذا التعبير ؟

(ج) وظل نيوتن عشرين عاما يعد وسائل التحقق من هـــذه الفكرة (١٦٦٦ — ١٦٧٦) . وكان ذلك ينحصر فى أن نبين أنه لو كان القمر على مسافة قليلة من الأرض ، لسقط بنفس السرعة التى يسقط بها جسم سقوطا حرا فى باريس مثلا (٤٩٠ سم فى الثانية الأولى). على أن نيوتن قد برهن بنظريتين فى الميكانيكا ، على أن القوة التى تحفظ النجوم فى مداراتها البيضاوية هى قوة « مركزية » ، أى تتجه نحو الجسم الذى يشغل أحد مركزى الشكل البيضاوى ، وهى تتناسب تناسبا عكسياً مع مربع المسافة . وإذن فلكى تحقق الفكرة يكفى أن يكون ارتفاع السقوط الحقيقى للقمر على الأرض خلال ثانية واحدة مضروبا فى مربع المسافة الفاصلة بينه وبين الأرض ، مساويا لارتفاع سقوط جسم يسقط سقوطا حرا فى باريس فى نفس هذا الوقت .

على أننا نعلم مقدار سقوط القمر على الأرض فى الساعة مثلا ، وهى المسافة التى يبتعد بها القمر ، أثناء سيره فى مداره ، عن مماس هذا المدار ، خلال ساعة من الزمن . فإذا ماعرفنا الزاوية التى سار بها ، أمكن الحصول على تلك المسافة دون صعوبة ، عن طريق جدول حساب المثلثات . ولقد اتضح أن المسافة التى تقطع خلال ساعة تعادل بالضبط الارتفاع الذى يسقط فيه جسم سقوطا حرا فى باريس ، خلال ثانية واحدة . وإذن فالبرهان يكون قد تحقق إذا كانت النسبة بين المسافتين على النحو الذى يقتضيه القانون.

وانتهى الأمر بنيوتن إلى الحصول على تقدير للمسافة يحقق فكرته بالضبط. إذ أن القمر على بعد ٦٠ درجة أرضية، و(٦٠,) هى بالضبط العلاقة بين الساعة والثانية، وهى مربع المسافة المطلوبة من أجل التحقق. ولقد كان التطابق تاما إلى حد أن نيوتن عندما تلقى رقم مسافة القمر، لم يجد لديه، على ما يقال، من رباطة الجأش ما يمكنه من إعادة الحساب، فاضطر أن يعهد به إلى أحد أصدقائه.

وهنا تم التحقق بالأرقام، إذ اتضح أن الأرقام مساوية للظواهر التى كان على النظرية أن تفسرها وتتنبأ بها.

(د) وفى نفس هذا الاتجاه، يمكننا أن نصل إلى نتائج أفضل من تلك. فإذا كان القمر يسقط على الأرض، واذا كانت الكواكب بوجه أعم، تسقط على الشمس الخ.. فلا بد أن تسقط الكواكب بعضها على بعض، وأن تسقط الأجسام الأرضية هى الأخرى، بطريقة ما، على الشمس، بل على القمر ذاته. والنتيجة الأولى تسمى بالإنحراف perturbation، فالكواكب الكبيرة تؤثر فى الكواكب الصغيرة وتجعلها تنحرف فى مسارها قليلا عن المدارات التى حددها كبلر لها. ولقد كانت تلك الظاهرة معروفة قبل نيوتن، وها هى ذى قد فسرت. وبالمثل فإنه يمكن التحقق من صدقها؛ أما الظاهرة الثانية فهى ظاهرة المد والجزر: فكتلة البحار تتجه نحو الشمس ونحو القمر (الذى هو أصغر منها، ولكنه أقرب كثيرا)، ويمكن التحقق من ذلك أيضا.

ولنلاحظ أن هذه التحقيقات الثانوية، التى ظهرت متفرقة تماما، والتى لم تخطر على بال نيوتن فى مبدأ الأمر، هى أفضل التحقيقات وأكثرها

إقناعا[١]. وسوف نأتى بمثال ثالث، نعرضه عرضا مبسطا إلى أبعد حد[٢].

(ا) كان لوفرييه Le Verrier ، وهو فلكى فى مرصد باريس يعلم أن الكوكب أورانوس ، الذى كان عندئذ (فى سنة ١٨٤٦) أبعد الكواكب المعروفة فى المجموعة الشمسية ، ينحرف انحرافات معينة . وباتباع المنهج الذى وضعه نيوتن ، والذى عرضنا مبدأه العام من قبل ، تفسر هذه الانحرافات بعوامل معترضة ، وهى الكواكب المجاورة ، عندما تقترب من أورانوس اقترابا كافيا . وبعد أن قدر تأثير كل من المشترى وزحل ، ظل هناك باق من الانحراف لم يتم تفسيره .

(ب) وخطرت بذهن لوفرييه فكرة تفسير هذا الباقى بعامل معترض ثالث ، خارجى ، وبعيد إلى الحد الذى جعل الفلكيين لا ينتبهون إليه . وترجم لوفرييه هذه الفكرة بصيغة رياضية : فحسب كتلة الكوكب ، ومسافته ، وبالتالى حجمه (أو عظمه magnitude كما نقول فى اليوم) ، أعنى الضوء البادى منه . وحدد موقعه فى أكثر اللحظات ملاءمة .

(ج) ويقف بعض علماء المناهج بالعرض التاريخى عند هذا الحد ، زاعمين أن لوفرييه لم يكن فى حاجة إلى السماء لكى يوقن بوجود الكوكب . على أن فى هذا خطأ . فلا بد أن ينتهى الحساب إلى ملاحظة ، وهى دون ريب ملاحظة تدخل فيها الذهن إلى حد بعيد ، وأدى الحساب دورا كبيرا فى التمهيد لها ، ولكنها ملاحظة فى نهاية الأمر . ودليل ذلك أن منهج لوفرييه قد طبق من

---

(١) فى كتاب المؤلف الذى سبقت الإشارة إليه نجد لهذه المسألة عرضاً أوسع وأدق من الناحية الفنية (الفصل الثالث قسم II فقرة III) .

(٢) يمكن الاهتداء إلى معطيات هذا المثال فى كتاب لوران Laurent المشار إليه من قبل ، بعد الإشارة التى تحدث فيها عن لوفرييه Le Verrier .

بعده مرتين أخريين : الأولى من أجل تفسير انحرافات الكوكب الذى اكتشفه «بالحساب»، والذى سمى باسم نبتون ،وبهذه الطريقة كشف الكوكب «التالى لنبتون» وهو بلوتون . والمرة الثانية كانت لتفسير انحرافات عطارد. ولما كانت الطريقة قد نجحت فى حالة نبتون و بلوتون ، مادام الكوكبان قد رئيا ، فقد تعجل الباحثون وأطلقوا اسم « فلكان » على الكوكب الجديد . ولكن لم ير أحد فلكان هذا أبدا ، وظل أسطورة رياضية . هذا إلى أن أينشتين قد فسر انحرافات عطارد بطريقة أخرى ، مختلفة عن هــــذه كل الاختلاف (١) .

وقد ثبت وجود الكوكب « نبتون » عندماشوهد ، وسرعان ما تمت هذه المشاهدة ، وإن كان لوفرييه قد اضطر إلى الاستعانة بمرصد « برلين » المزود بآلات أدق ، للكشف عن الكوكب . ولقد ظن بعضهم ، من تقسيم العمل هذا ، أن لوفرييه كان واثقا من وجود هـذا العامل المعترض بمجرد أن قام بحساب عناصره ؛ ولكن الأمر لم يكن كذلك على الإطلاق ، إذ أن حساب لوفرييه حدد النقطة التى كان يجب أن يوجد فيها ، ومرصد «برلين» قد قرر أنه يوجد هناك بالفعل .

ولعل القارىء قد لاحظ أننا أسمينا الظاهرة التى بدأ منها لوفرييه باسم باقى الانحراف وتذكرنا كلمة «الباقى» هذه بالطريقة الرابعة من طرق مل ،ولكن الواقع أنها إذا كانت تذكرنا بها ، فما ذلك إلا لكى تكشف عن الخطأ الذى وقع فيه «ستورات مل». فطريقة لوفرييه مثال ممتاز لطريقة البواقى الصحيحة: فهى لا تبدأ بظاهرة أولية ؛ بل من تركيب رياضى نحصل عليه بطريقة الحذف،

(١) انظر الفصول ٩ ، ١٠ ، ١١ من كتاب بير هومبير pierre Humbert "De Mercure à Pluton" (Albin Michel).

وذلك هو باقى النتيجة . أما باقى العلة ، فلا يعطى أبدا ، بل هو يخترع بتمامه. وفى هذا المثال ، كان هذا الباقى هو نبتون (أو بلوتون) . الذى لايعدو أن يكون فكرة محضة .

٥ — مراحل المنهج ثلاثة : من الظاهرة إلى الظاهرة عن طريق الفكرة:

ينحصر المنهج فى الصعود من مجال التجربة إلى عالم العقل ، أى عالم الصيغ والمعادلات ، ثم نعود فنهبط إلى عالم الواقع لكى نضمن الصلة بين المعقول والواقع . ونحن فى تلك أشبه بسجين الكهف عند أفلاطون : إذ يصعد من المحسوس إلى الأفكار ، ومن الكهف إلى العالم الحقيقى الذى يغمره ضوء الشمس ، ثم يعود فيهبط إلى الكهف لكى يهتدى فيه إلى المحسوس من جديد، وليفسره بالأفكار .

وإذا شئنا ، قلنا بعبارة أفضل من هذه، إن التفكير فى علم الطبيعة الرياضى يرسم دائرة ، ولكن هذه الدائرة ليست «دوراً فاسداً» على حد تعبير المناطقة. ويرجع ديكارت ذلك إلى أنه « لما كانت التجربة تضفى يقينا كبيرا على معظم نتائجها ، فإن الأسباب التى أستخلص منها هذه النتائج لا تستخدم فى إثباتها بقدر ما تستخدم فى تفسيرها . وإنما الأمر على عكس ذلك ، فالنتائج هى التى تفسر الأسباب [1] ولنعبر عن هذا النص عظيم التركيز ، الذى صيغ فى لغة تخالف اللغة الشائعة إلى حد ما ، بتعبير آخر فنقول : إن التجربة تضفى اليقين على نتائج الأفكار التى نبتكرها (أو معلولاتها) ، وبهذا لا تكون الأفكار (الأسباب) التى استنبطت منها هذه النتائج برهانا على الظواهر ، بل هى تفسيرها ، بينما البرهان يأتى على عكس ذلك ، من الظواهر . ونقول بعبارة

---

(١) Discours de la méthode, éd. citée P. 136.

أخرى ، إن الفكرة تفسر الظواهر ، والظواهر تثبت صحة الفكرة . وكان من الممكن أن يكون فى هذا دور ، لو أن كلا من الفكرة والظواهر يبرهن على الآخر .

٦ — المرحلة الأولى . تحديد الظواهر: قياس الظواهر المختارة وتصحيحها وتفسيرها :

يبدأ العمل باتصال أولى مع الظاهرة . وكل ما فى الأمر أن الظاهرة التى نبدأ منها قد سبق أن أعدها العقل إلى حد كبير . وليس فى هذا ما يدعو إلى الدهشة فالملاحظ أولا أن الإدراك الحسى ذاته يتضمن إعدادا عقليا . فعندما نتحدث مثلا عن « القمر »، وهو موضوع إدراك حسى شائع ، يبدو مباشرا تماما — فإننا نستعين فى الواقع بتجربة إنسانية ترجع إلى ألوف السنين ، تبنى على التقريب بين ظواهر مختلفة . ونستطيع تقريب فكرة الإعداد العقلى هذه إلى الأذهان إذا فكرنا مثلا فى تعبير مثل «القمر الجديد» الذى يفترض إيمانا بموت «القمر القديم» وظهور آخر أحدث منه . فالقول إن القديم هو ذاته الجديد ، اكتساب حديث العهد [1] .

وفضلا عن ذلك ، فإذا كان العلم يكمل الإدراك الحسى بمعنى ما لأنه يفسره ، فإن العلم ينكر الحسى بمعنى آخر . وتلك هى حركة الرفض التى عبر عنها ديكارت بكلمة « الشك المنهجى » . فديكارت يرفض أولا عالم

---

(١) فى كتاب لوكريس Lucrèce: «فى طبيعة الاشياء» de rerum Natura (الكتاب الخامس سطور ٥٦٤ — ٧٧٠) يمكن الاهتداء الى أمثلة لمعتقدات فلكية قديمة عرضها هو فى صور نظريات صحيحة . انظر أيضاً فى مجموعة الحكايات التى كتبها أنا تول فرانس بعنوان Sou l'invocation de clio (Calmann Lévy) نصاً من قصة «كوملاتريبات» يفصح عن الإيمان بوجود أقمار عديدة محلية (ص ١٨٥).

الإدراك الحسى . ثم يعود مرة أخرى إلى العالم ، ولكنه ليس نفس العالم الذى رفضه ، فهو ليس عالم الإدراك الحسى ، بل عالم الطبيعة الرياضية .

والسبب فى ذلك غاية فى اليسر ، وهو فى أيامنا هذه قد أصبح أوضح مما كان فى أيام «ديكارت». ولقد سبق لنا أن ذكرنا عنه شيئا فى معرض الحديث عن مبدأ النسبية : فالملاحظ الساذج لا يتصف بأية صفة تؤهله لملاحظة الواقع: فحواسه هى حواس حيوان أرضى ، قد تكيفت ، بعد تطور طويل جداً ، بالحياة الأرضية ، واتجهت نحو الفعل أكثر منها نحو المعرفة وهذا ما أكده «برجسون» بعده حين قال : « إن الإداراك الحسن ينظم المكان بنفس النسبية التى ينظم بها الفعل الزمان»(١). وهذا ما أثبتته فى آن واحد بحوث التشريح المقارن، وعلم النفس التجريبى ، وتحليل الإدراك الحسى ، وتاريخ العلوم(٢).

قياس الظاهرة : وفى هذه الظروف كانت النتيجة الضرورية هى أن نيأس من المعرفة البشرية ، وأن تصبح النسبية شكا ، لو لم تكن عبقرية الإنسان قد تغلبت على الصعوبة بالتوسع فى استخدام الأداة الرياضية . ولقد بين « فولتير » بكل وضوح فى روايته الفلسفية «ميكروميجاس Micromegas كيف أن القياس الرياضى ذو قيمة موضوعية شاملة(٣) فقياس الشىء هو فى ذاته معرفة له، والتعبير عن الظاهرة التى نقيسها بصيغ رياضية، هو فى ذاته فهم لها.

---

(١) Matière et memoire (Alcan) P. 14

(٢) انظر فى هذه المسألة ، الملاحظات الغريبة الطريفة التى أبداها باشلار Bachelard فى كتابه القيم La formation de l'esspprit Socientifique Paris, vrin, chap I. II. III.

(٣) يرجع القارىء فى هذا الى المنظر الطريف الذى تقابل فيه ساكن سيروس Sirus بساكن زحل وساكن الأرض فى كتاب فولتير Romans et contes de voltaire. Bibl. de la Pleiade. p. 114-115

فالظاهرة العلمية إذن ظاهرة حورتها الرياضيات . فلنوضح باختصار العمليات التى تمر بها :

١ — فالظاهرة ، كما قلنا ، تقاس أولا . ولا جدال فى أن العلم قد أحرز تقدما كبيرا باختراع الآلات التى تزيد من قوة الإدراك الحسى ، كالمنظار الفلكى والمجهر ، أو تلك التى تسجل هذا الإدراك ، كجهاز التصوير الفوتوغرافى والسينما ، أو تلك التى تحلله ، كجهاز تحليل الطيف ، وهو الذى خلف ، وكمل المنشور [prisme] الذى حلل به نيوتن ضوء الشمس . ولكن ليس هذا هو الأمر الأساسى : إذ أن هذه الآلات إذا كانت تزيد من قدرة حواسنا ، فإنها لا تغيرها ، والمهم هو اختراع الطرق الفنية للقياس ، الذى تطور فأصبح علما للقياس métrologie . فعلم الحرارة يستدعى ميزان الحرارة (الترمومتر) بالضرورة ، وقد ظهر علم الكهرباء عندما حل محل علم الطبيعة الطريف للآلات التى تحدث بالجسم الهزات الكهربائية ، علم صارم مبنى على استخدام الكشاف الكهربائى ومشتقاته .

تصحيح الظاهرة . ٢ — كذلك تصحح الظواهر . والحق أن مجال الحديث عن وسائل التصحيح التجريبى واسع جداً . فمن المعروف أن أية قراءة لأى جهاز ، مهما كانت أمينة ، لا تقبل أبداً على علاتها ، بل يجب أن تمر بعمليات حذف متعددة ، تعدلها على نحو لا يظل فيه سوى باق residu ذلك لأن الإدراك الحسى المعتاد محدد بطريقة غير شعورية ، وهو يزودنا بمعلومات عن جسمنا ، وعن شخصيتنا المعنوية ، وعن المؤثرات التى نخضع لهـــا من جميع المصادر ، مثلما ينبئنا تماما بمعلومات عن الموضوع . ولنضرب لذلك مثلا : فإذا راجعنا ملاحظة فلكية إلى أبسط مظاهرها ، وأردنا فقط

أن نحدد الساعة التى عبر فيها نجم بمحور المنظار المكبر ، وجدناها تتوقف على سرعة استجابتنا ، ثم أنها تنصب على شعاع من الضوء يصل إلينا من النجم ، ويستغرق وقتا حتى يصل إلينا ، ويتعرض لكل أنواع التحوير والانكسار . ولكى يكون لنا الحق فى تشبيهه بخط هندسى مستقيم يربط فوراً بين عينينا وبين الموقع الحقيقى للنجم فى اللحظة المطلوبة ، يجب أن نقوم بسلسلة من الحسابات هى فى حقيقة الأمر استدلالات ، تبدأ من الظاهرة وتنتهى إلى الفكرة . فتصحيح الملاحظة يعنى استبدال فكرة معينة عن الظاهرة بالظاهرة نفسها .

تفسير الظاهرة : ٣ — كذلك تفسر الظاهرة . وقد بين پوانكاريه فى تحليل رائع ذاعت شهرته ، كيف يمكن القول فى التجربة الكهربائية إن « التيار يمر »[1] . فذلك لايكون إلا بالاستعانة بكل المعلومات المكتسبة ، بحيث تقف هذه المعلومات حول الملاحظة مؤيدة له ، وتقرر هذه الملاحظة معه ، إن جاز هذه التعبير . فى المثال الذى أورده «پوانكاريه» ، يكون الشىء الذى يراه الملاحظ ، هو تغير موضوع النقطة المضيئة : وهذا التغير يعنى أن الجلفانومتر ذا المرآة يؤدى عمله ، وبالتالى أن المغناطيس والملف الكهربائى قد أثر كل منهما فى الآخر .. الخ . فتفسير ملاحظة هو بدوره ، وعلى نحو آخر ، الاستعاضة عن الظاهرة بفكرة .

اختيار الظاهرة : ٤ — ثم إن الظاهرة تختار : إذ أن عدداً ضئيلا من الظواهر التى تحدث حولنا بلا انقطاع هو وحده الذى يدخل فى مجال العلم . وليس ذلك راجعا إلى أن عدد هذه الظواهر أكبر من اللازم ، بل يرجع

(١) H. Poincaré : La valeur de la science (Flammarion) Chap XI et III.

أيضا إلى أنه يندر أن تكون لهذه الظواهر أهمية فى الموضوع . فالظاهرة هى ظاهرة معملية أو ظاهرة ملاحظة ، أى أنها ظاهرة منتقاة . فما شروط استبقائنا لها ؟ إننا نستبقيها إذا كانت تنم عن فكرة، وعندئذ توصف بأنها «بسيطة» والحق أنه إذا كان علم الطبيعة الرياضى قد بدأ بالفلك ، فذلك لأن النجوم — لحسن الحظ — قد بسطها بعدها عنا ، فلا ندرك منها فى بداية الأمر إلا نوعا من العلاقات الهندسية (1) .

والكثيرون يدهشون عندما يجدون العلماء يرفضون معظم الوقائع التى تعرض عليهم . فالمؤمنون بتحضير الأرواح مثلا يكدسون ظواهر الاتصال الروحى عن بعد (télépathie) ، ويدهشون لانصراف العلماء عنها ، فيستخلصون من ذلك حجة يحملون بها على «العلم الرسمى» كما يقولون . ولكن الواقع أن المسألة مسألة علم فحسب ، أعنى علما يهتم أولا ، وقبل كل شىء ، بما هو بسيط ومعقول .

المرحلة الثانية : البحث عن القوانين هو اختراع بمعنى الكلمة :

يطلق اسم القانون على العلاقة التى تربط برباط الضرورة الشاملة ظاهرتين أو أكثر من الظواهر المتعاقبة أو المقترنة فى الزمان ، أو بين عنصرين أو أكثر فى الظاهرة الواحدة . فقانون الأوتار المشدودة مثلا يربط بين طول الوتر ومقدار توتره وكثافته ، وبين ارتفاع النغمة التى يحدثها . وقانون الجاذبية العامة يربط الكتلتين والمسافة بالقوة الجاذبة ، وقوانين

---

(1) H. Poincaré : Science et méthode . (Flammariou 1900) livre I. chap. I

الاصطدام تنظم توزيع السرعات بين الكرات التي تتقابل ، تبعا لكتلتها . وقوانين سقوط الأجسام تحدد المكان الذى يقطعه الجسم فى السقوط فى علاقته بالزمان وعجلة السرعة . ولكل القوانين التى ذكرناها صورة رياضية ، وهى كلها تؤكد أن العلاقة هى تحديد دقيق ، وهى قوانين عامة ، بمعنى أنها تصدق على كل زمان وكل مكان .

فكيف اهتدى العقل إلى هذه القوانين واخترعها ؟ ذلك هو سر الخلق العقلى، أو بعبارة أدق ، معجزة حرية العقل فى التصرف. إذ أن بين شروط الخلق ، والخلق ذاته ، هوة سحيقة على الدوام . وهذه الهوة قد تبدو أشد أو أقل عمقاً ، تبعاً لمدى سهولة الخلق . وتاريخ العلم يقدم إلينا عدة حالات نموذجية .

الحالات المختلفة للإبداع :

١ — حالة التجريبية الظاهرة : عندما تقاس الظواهر وتترجم بالأرقام ثم ترتب فى قائمة (tabula بلغة بيكن) فإنها تنم عن علاقة بسيطة ، كالتناسب الطردى أو العكسى مثلا . وعلى هذا النحو كشف « ماريوت Mariotte » القانون المعرف باسمه حين قارن بين الأحجام والضغوط المختلفة لكتلة واحده من الغاز الذى يتوازن مع عمود سائل يتفاوت ارتفاعه .

٢ — وقد تزداد الحالة تعقداً : إذا كان هناك شخص معين هو الذى أجرى التجارب التى جمع بها الملاحظات وأعد بها القوائم ، ثم أتى عالم آخر فقام ، معتمداً على مجهود الأول ، بقراءة القانون الذى خفى عنه . ومن المحتمل أن تكون هذه هى الطريقة التى اهتدى بها ديكارت إلى قانون جيوب

الزوايا خلال دراسته لكتاب كبلر المسمى « انكسار الضوء Dioptrique (١٦٠٠) فكبلر لم يكن قد اهتدى إلى القانون ، ولكن يمكن القول بأنه أشار إلى الاتجاه الموصل إليه .

٣ — حالة النظرية أو التمثيل الضمنى Analogie Latente

لسنا نعلم كيف اكتشف قانون انعكاس الضوء على يد إقليدس المزعوم ، الذى اقتصر على عرض ذلك القانون فى كتابه (انعكاس الضوء Catoptrique

بوصفه إحدى المصادرات . ولكن مجرد عرضه له على هذا النحو ، يوحى بأنه كان يرى فيه نوعاً من البداهة المسلم بها . والأغلب أن تكون هذه البداهة راجعة إلى مجاز أو تمثيل : هو مقارنة شعاع الضوء المنعكس بكرة تصطدم بجدار ، إذ يبدو أن مبدأ التمثيل يوجب أن تخضع الكرة فى مجال حركتها لقانون تساوى الزوايا .

٤ — حالة التركيب الرياضى المحض :

أثبت هجنز Hygens رياضياً قوانين اصطدام الأجسام ، فى الحالة التى تكون فيها الكتل متساوية ، ويتم الاصطدام فى نفس خط الحركة ، وذلك بأن بدأ بأبسط حالة ، وهى تلك التى تحذف فيها كل مظاهر عدم المساواة ، فيكون للجسمين ا ، ب نفس السرعة س . وفى هذه الحالة سوف نسلم ، بناء على مبدأ التماثل Symétrie ، بأن الجسمين يرجعان فى اتجاه عكسى محتفظين بسرعتهما . ولنفرض الآن أن شخصاً يلاحظ ، قد انتقل بنفس السرعة س (مع بقاء كل الظروف الأخرى على حالها) ، وسار فى نفس اتجاه ا .

فبالنسبة إليه تكون ا ساكنة وب آتية تجاهه بسرعة تعادل ٢ س . ولما كان الملاحظ يواصل سيره فى نفس الاتجاه بعد أن يقابل ب ، فإن ب هى التى تبدو الآن ساكنة ، و ا هى التى تبتعد عنه إلى الوراء بسرعة ٢ س . وإذن يمكننا أن تستنتج أنه إذا قابل جسم متحرك جسما ساكناً له نفس الكتلة ، فإن الجسم المتحرك يتوقف ، ويرث الجسم الآخر حركته بنفس السرعة وفى نفس الاتجاه . وذلك ما تحققه التجربة .

٥ — حالة البساطة التى نسلم بها على أساس احتمال الصدق: ومن الحقائق المعروفة أن الأجسام التى تسقط تزداد عجلة سرعتها . وأبسط صفات هذه العجلة هو اطرادها . وذلك هو ما سلم به جاليليو .

٦ — حالة تجاوز نطاق التجربة extrapolation: صيغ قانون تذبذب الأوتار ، أو صيغ الجزء الأساسى منه على الأقل (أعنى ذلك الذى يتعلق بالطول والتوتر) لأول مرة فى سنة ١٦٣٦ على يد الأب مرسين بمدينة مينيم Minime ، وكان مرسين صديقاً لديكارت . على أنه لم يكن فى تناول يد مرسين ، لاثبات ذلك القانون ، أية وسيله لإحصاء متوسط ذبذبات التردد التى يناظرها مثلا صوت « لا » ، والذى يحدث عن ٤٣٥ ذبذبة فى الثانية . وغاية ما كان يستطيع أن يفعله هو أن يحصى ما بين ٨ و ١٠ ذبذبات فى الثانية، ومثل هذا التردد لايحدث صوتاً . ولكن مايعجز عنه السمع ، يقدر عليه الإبصار . وعلى ذلك فقد بدأ يجربه بوتر منفرد طوله ١٧,٥ قدما (حوالى ٥٧٠ سم) مصنوع من أمعاء الخروف ؛ وشد هذا الوتر بأوزان تتراوح ما بين ½ رطل و ٤ أرطال . ولم يكن هذا الوتر المنفرد يحدث أى صوت ، ولكن كان من الممكن حساب ذبذباته وهكذا كشف قانونه بإحصاء هذه

الذبذبات ، وبالبحث عن كيفية تفاوت عددها عند ما يقل الطول ويتغير الثقل الذى يشد الوتر . وقد بلغ من ثقته بالنتيجة التى وصل إليها على هذا النحو أنه حدد بواسطة قفزة عقلية تخرج عن حدود التجربة (وذلك مايسميه بتجاوز نطاق التجربة extrapolation) التردد المناظر لما يسمى « بنغمة الكنيسة » أى النغمة التى يرجع إليها المغنون الذين تصدر عنهم ، فى قداس الكنيسة ، أكثر الأنغام انخفاضاً (وهذه النغمة تصدر عن أنبوبة للأرغن ذات طول معلوم).

وهكذا نرى أن كشف القوانين يتطلب ثقة مطلقة فى معقولية الطبيعة ، وفى إخلاصها للقوانين ، وفى خضوعها للرياضيات بمعنى ما — ولاشك أنه ليس للمرء أن يؤمن بأن الطبيعة ستظل مخلصة للقانون الذى توصل اليه ، فقد يكون هذا قانونا غير صحيح ، ولكن يظل المرء على ثقة من أن هناك قانونا ، وأن لهذا القانون صورة رياضية .

هذا إلى أن مجرد الملاحظة العلمية التى تحول الظاهرة إلى رقم تفترض مثل هـــذه الثقة ضمنا . وإذن فكشف القوانين يفترض مبدأ صاغه الميتافيز يقيون بصيغ مختلفة ، بدأ معظمها فى صورة مجازية ، ومن قبيل ذلك قول أفلاطون : « إن الله يسلك دائماً سلوك عالم الهندسة » ، وقول ليبنتز : من حساب الله جاء العالم Dum Deus cal-culat fitmundus

٨ — المرحلة الثالثة : التحقق من صدق القوانين أو التجريب ، اختبار الفكرة بواسطة الظواهر :—

وإذن فليست مهمة التحقق هى التأكد من وجود قانون ، بل التأكد أن القانون هو ذلك الذى كشف. والتحقق هو ملاحظة الظواهر التى أحدثها المرء أو تنبأ بها ، والتى حدد صورتها سلفا بطريقة رياضية ، بناء على القانون الذى اهتدى إليه . ونقول : أحدثها أو تنبأ بها ، إذ أن من الممكن ، من حيث المبدأ ، أن نخلق الظواهر وأن نركبها تركيبا تاما فى أجزاء معينة من علم الطبيعة بمعناها الخاص ، وفى الكيمياء . أما فى العلوم الأخرى ، كعلم الفلك ، فليس ذلك الخلق ممكنا ، وعندئذ يقتصر المرء على التنبؤ بها .

١ — ومبدأ التحقيق ليس عسيراً فى علم الطبيعة الرياضية ، ما دامت نتائج القانون الذى نهتدى إليه تنطوى ضمنا ، على صور جميع الظواهر التى نريدها ، وتكفى عملية حسابية لتحديدها .

ولكن يجب أن تكون النتيجة قابلة للتحقق من صحتها ، ومتفقة مع الإمكانيات المادية للمعمل أو المرصد .

٢ — ينبغى أن تنطبق الشروط الفنية العملية للملاحظة على مشاهدة الظاهرة التى سوف نحدثها . وهذه مسألة ينطبق عليها ما قلناه عن الظاهرة العلمية فى الفقرة السادسة من هذا الفصل .

وأخيراً ، ينبغى ألا يرتكز التحقق على الملاحظة التى اكتشف القانون على أثرها . وعلى المرء ، إن استطاع ، أن يوسع الحدود التى تمت

فيها الملاحظات الأولى ، أو أن يغير المجالات التى أجريت فيها .

(ا) مثال لتوسيع الحدود : من الممكن أن تعد التجارب الصوتية التى أجريت بطريقة تسجيل الأصوات على اسطوانة مارى Marey محققة للقانون الذى اهتدى اليه مرسين .

(ب) مثال لتغيير المجالات : إن قانون نيوتن ، الذى اكتشف بدراسة مدارات الكواكب، يتيح لنا أن نفسر ونتنبأ بما يلى : ١ انحرافات مدارات الكواكب -٢ المد والجزر ، وهو أيضا يفسر حقيقة عرفت فى وقت نيوتن ذاته وهى : اختلاف الجاذبية الأرضية تبعا لخط العرض ، إذ أن الأرض منبعجة عند خط الاستواء ، كما يثبت من قياس درجة من درجات خط الطول فى أماكن مختلفة من خطوط العرض . وعلى ذلك يكون الجسم أبعد عن المركز الذى يجذبه ، أى أن وزنه يقل ، تبعا لقانون نيوتن : ٤ ولم يستطع نيوتن أن يقيس الجاذبية المتبادلة لكتلتين على سطح الأرض ، بل توصل العلماء إليها فيما بعد (تجربة يوتفوس Eotvos) ، وكان فى ذلك تحقيق آخر .

٩ — التجربة الفاصلة experimentum crucis التى تعادل برهان الخلف:

يرجع هذا التعبير إلى « فرنسيس بيكن » وقد ورد ذكره فى كتابه « الأورجانون الجديد[1] . والصورة الصحيحة التى يضفيها عليه هى « مثال الصليب "intantra crucis" والمقصود بالصليب هنا الإشارة التى تحدد مفرق الطرق . «فالمثال» أى الظاهرة ، يهدف إلى وضع الطبيعة فى مفترق

(١) II, 36

الطرق ، لنرى أى الطرق سوف تسلك : أى أنها ، بتعبير مجازى آخر ، هى أن نرغم الطبيعة على الاختيار .

وهذا التعبير يدل على نوع حاسم من التجريب ، يوصف بأنه قاطع ، ويتيح لنا أن نختار بين فرضين ، لأننا قد تصورنا التجربة وأجريناها بحيث أنه إذا صح أحد الفرضين أصبحت قيمتها مختلفة كل الاختلاف عنها إذا صح الفرض الآخر ، بل تصبح مضادة لها .

وفيما يلى مثال مشهور : ففى مستهل القرن التاسع عشر ، انقسم العلماء إلى إلى فريقين يعضد كل منهما فرضا مضادا عن طبيعة الضوء : ١ الفرض المسمى بفرض الجسيمات Corpusculaire ، والذى يؤكد أن الضوء هو بث لجسيمات . وفى هذا الفرض يفسر انكسار الضوء عندما ينتقل من الهواء إلى الماء بالجاذبية التى يمارسها الماء بحيث يكون انتقال الضوء فى الماء أسرع . ٢ والفرض الثانى هو التموجى on duloire : فالضوء هو انتقال اهتزازات فى الأثير ، دون أن يصحبه انتقال مادة . وفى هذا الفرض ، يكون الانكسار نفسه راجعا إلى تعطيل ناتج عن المـــاء ، فيسير الضوء فى الماء أبطأ مما يسير فى الهواء [١] . وفى ١٧٣٠ تخيل Faucault تجربة تسمح بالمقارنة بين سرعة الضوء فى الهواء وسرعته فى المـاء : فيقسم شعاع ضوئى إلى حزمتين ، تمر إحداهما بانبوبة مليئة بالمـاء ، ويختلف الشعاعان عند وصولهما باختلاف صورة النقطة التى يسقطان فيها على شاشة . وفى الجزء المشترك من مسارهما توضع مرآة تدور حول نفسها بسرعة تصل إلى حد

(١) انظر فيما بعد (الفصل العاشر قسم ٥٥٤) شروحاً أكثر تفصيلا لهذين الفرضين، ونحن نفترض أنهما معروفان بالقدر الكافى ، عن طريق الكتب المدرسية فى الضوء.

أن الشعاع الضوئى ، بعد أن يصطدم بالمرآة التى تدور ، ثم ينعكس على مرآة أخرى ثابتة ترده إلى المرآة الدائرة ، لا يرتد إلى نفس الموضع من المرآة التى تدور . وإذن فالضوء قد انحرف ، ويزداد انحرافه كلما ازداد بطئا . ويبين الموقع النسبى لنقطتى الوصول ، بطريقة مباشرة وفاصلة ، أى الشعاعين هو الأبطأ ، وبالتالى أى الفرضين هو الصحيح . والواقع أن الفرض التموجى هو الصحيح .

وفى مبدأ الأمر تثير القدرة الإقناعية لهذا النوع من الأمثلة دهشة المرء . ومع ذلك فإن هذه الأمثلة نادرة . ويبدو أن التجربة الفاصلة تزودنا بنوع من برهان الخلف على الفرض الذى تثبت صحته .

١٠ — ولكن ليس هناك تجربة فاصلة بالمعنى الصحيح :

بين بيير دوهم Pierre Duhem أنه ليس ثمة تجربة فاصلة بالمعنى الصحيح ، وذلك لسبب عرفناه من قبل : فالظاهرة العلمية التى يراد أن تكون دليلا للإثبات ، تفسر عن طريق معارف سبق اكتسابها ، أى أن لها

---

(١) La Théorie physique, son objet et sa structure. Paris (Chevalier et Rivière) 190 , seconde partie, chap. VI, 5 III : "l'experimentum crucis" eat impassible en physique.

(٢) والواقع أن التطورات التالية أثبتت صحة رأى دوهم : فقد اضطر العلماء إلى العودة إلى فرض الجسيمات (انظر الفصل العاشر ، قسم ٥) . فالأمر الذى أثبتته التجربة « الفاصلة » التى قام بها « فوكو » ، لا يبدو أن يكون التدليل على أن الضوء أبطأ فى الماء منه فى الهواء . ومن الممكن أن يكون الفرض التموجى صحيحاً فى هذه الناحية ، غير أن فرض الجسيمات قد يكون بدوره صحيحاً فى نواح أخرى كما سنرى فيما بعد . وعندئذ يضطر المرء إلى التوفيق بين الفرضين .

فى ذاتها مضمونا نظريا كاملا ، بحيث أن الفرضتين لا يتمثلان فى صورتهما الخالصة . فالشيء الذى يحققه المرء عندئذ هو العلم كاملا ، وقد أضيف إليه محتوى جديد وهو الفرضان المتضادان . فإن كان جواب التجربة عن أحد الفرضين بالسلب . فلن نعلم على وجه الدقة إن كان ما تكذبه هو الفرض الذى نحن بصدده ، أو كان مسألة أخرى فى ذلك العلم يجب علينا معاودة بحثها . ونقول بعبارة أخرى ، إن العلم فى جملته هو الذى يكون صوابا أو خطأ ، لا الفرض الواحد .

١١ — هناك تشابه عميق بين العلوم الرياضية والعلوم التجريبية :

تبين لنا أن منهج الطبيعة الرياضية نصف رياضى ونصف تجريبى . فهو رياضى من حيث أنه يستبدل بالظاهرة المشاهدة ظاهرة ذات صورة رياضية ، ويدخل هذه الظاهرة فى صيغة رياضية ، هى الدالة . وهو تجريبى من حيث أنه يبدأ بمشاهدة أمر ما ، أى بإدراك حسى ، تدخل فيه الذهن على نطاق واسع حقا ، ولكنه إدراك حسى على أية حال . ثم إن العلم يعود فى نهاية الأمر إلى ذلك الإدراك الحسى الذى بدأ منه . وفضلا عن ذلك ، فالإدراك الحسى الأخير هو الذى يحكم على القانون ، فإما أن يؤكد صحته ، أو يرفضه مؤكدا بطلانه .

ومن ثم فإن قوام منهج الطبيعة الرياضية هو الفصل بين العمليتين اللتين كان يجمع بينهما البرهان الرياضى ، واللتين لا يستطيع منهج علم الطبيعة أن يجريهما مجتمعتين: أى العملية التى يتم بها الفهم ، والعملية التى يتم بها التحقق .

فهناك إذن شبه عميق — مع وجود اختلاف واضح — بين المنهج الرياضى ومنهج الطبيعة الرياضية ، أى بعبارة أعم ، منهج العلوم «التجريبية» أعنى العلوم الخاضعة للتجريب .

المعانى المختلفة لـكلمة الفرض : التشابه والاختلاف السابقان يدل عليهما تشابه واختلاف المعانى التى تفهم بها كلمة الفرض اذا استخدمت فى الرياضة وفى العلوم التجريبية معا .

فالـكلمة اليونانية hypothesis تعنى الأساس المنطقى أو المبدأ (أى مايوضع تحت Suppose ، أو ما يفترض)

(ا) ومن هنا كان المعنى الأول لكلمة الفرض : إذ يشير إلى المبادىء المعترف بها كالتعريفات (والبديهيات والمصادرات) والتى تستخدم نقطة بدء فى الرياضيات . غير أن هذا المعنى قد أصبح قديما .

(ب) ويقرب من ذلك معنى آخر ، يستخدم بدوره فى الرياضة ، وفيه يكون الغرض هو الحالة المقررة للشكل أو العلاقة المقررة .

وكثيراً ما يستخدم أساتذة الرياضيات كلمة الفرض بهـذا المعنى الثانى الذى يرتبط بالأول ، لأن حالة الشكل أو العلاقة إذا قدرت ، فإنها تتضمن فى الوقت ذاته ، الخصائص التى عرفت من قبل ، وبالتالى تضمن المبادىء بالتدريج .

ولنلاحظ العنصرين اللذين ينطوى عليهما هذا المعنى : فالفرض هو ما يسلم به ، ويقرر ، ويوضع على نحو ما : وهو ما يتفق عليه وهو ما يستخدم أساسا نتقدم من بعده .

(ج) والفرض ، فى علم الطبيعة الرياضية وفى العلوم « التجريبية » بوجه عام ، هو القانون الذى يخترع ، والذى سوف يتحقق المرء من صدقه .

وعلاقة هذا المعنى بالمعنيين السابقين واضحة ، إذ يظل الغرض نقطة بدء لتقدم تال ، وهو نقطة بداية تعد مبدأ ، أعنى أنها أكثر وضوحا من نتائجها وكل ما فى الأمر أن الفرض هنا لا يعود مبدأ يوضع بطريقة حملية مطلقة ، وتنتقل حقيقته إلى نتائجه ، بل هو مبدأ مؤقت لا زال مشكوكا فيه ، يسعى إلى البحث عن الحقيقة باستخلاص ما ينطوى عليه من نتائج . فما يأتى به الفرض هو المعقولية . فمن الواجب أن يذهب إلى الحقيقة باحثا عنها ، ومن هنا كان معنى التخمين الذى أصبح فى نهاية الأمر مرتبطا بالفرض .

(د) سوف نعرض فيما بعد[1] لمعنى رابع لكلمة الفرض ، وفيه يكون الفرض هو النظرية ، أعنى أنه تفسير للظواهر يتصف بأنه أكثر عمقا وتخمينا فى الوقت نفسه . وفى هــــذا المعنى الرابع ، يكون التخمين أشد وضوحا ، غير أن المعقولية بدورها تصبح فيه أعظم .

فالعنصر المشترك بين العلوم الرياضية والتجريبية هو أنها تستخدم « الفروض » ، مع فارق واحد ، هو أن الفرض يكفى للتحقق من صدق النتائج فى الرياضة وحدها ، ولكنه هو الذى يقوم بالتفسير فى كل هذه العلوم .

ومن المحتمل أن تكون العلوم الرياضية قد بدأت بمرحلة تجريبية . ومن ناحية أخرى ، أشرنا إلى الأصول التجريبية التى يرجح أنها كانت أساس الهندسة والميكانيكا ، وفى مقابل ذلك بينا أن البحوث الأولى فى الطبيعة الرياضية تتمثل فى صورة إقليدية ، تبدأ بمصادرات ونظريات . والخلاصة أن العلوم الرياضية هى علوم تجريبية تأكد طابعها العقلى وأصبح ثابتا .

---

(١) الفصل العاشر

ولكن لم كانت كذلك ؟ وما أصل هذه الميزة التى تنفرد بها ؟ أو لنتساءل على عكس ذلك ، فنقول : ولماذا لا تصل العلوم الأخرى إلى هذه المرتبة ؟

فى نهاية الفصل السابق أجبنا عن هذا السؤال إجابة جزئية . فقد قلنا إن جزءاً من النشاط العقلى فى الرياضيات ، أعنى ذلك النشاط الذى يحصى ، ويضع العلاقات ، ويرسم الأشكال ، وقد وصل إلى مرحلة الاستقلال الذاتى ، أعنى إلى الشعور التام بذاته ، والاكتفاء الكامل نفسه . ذلك لأن الظواهر التى بدأ منها بسيطة ، أعنى أنه أمكن استخدامها للوصول بسهولة إلى المعانى التى استطاع الذهن إنشاءها ، والتى تؤدى إلى فهم هذه الظواهر . ففى الرسم مثلا أمكن الانتقال بسهولة من الخط المرسوم إلى المستقيم ، وفى نظرية الآلات (الميكانيكا) أمكن الانتقال من الآلة المادية إلى عناصرها العقلية (ذراع الرافعة ، انحدار السطح المائل ، نقطة التطبيق ، الاتجاه ، شدة القوة) . وعندئذ تبين أن المعانى التى أنشئت على هذا النحو تفسر الظواهر التجريبية التى بدأنا بها فى أول الأمر تفسيراً كاملا : فالخصائص الهندسية للدائرة تفسر هذا الأمر : وأعنى به أن الخط الذى يقيس محيط حلقة ، أياً كان حجمها ، هو فى جميع الأحوال أكبر قليلا من ثلاثة أمثال الخط الذى يقيس قطرها ، والخصائص الهندسية للشكل البيضاوى تفسر كون الحلقة التى ينظر إليها من زاوية تبدو دائماً فى شكل بيضاوى .

ولكن الموضوعات التى تدرسها العلوم التجريبية معقدة ، وربما كانت كما قال ليبنتز ، معقدة إلى حد لا نهاية له ، بحيث يستحيل استيعابها فالضوء والحرارة مثلا يتكشفان فى كل لحظة عن خصائص غير متوقعة (وأعقد منهما بكثير الحياة ، وهى موضوع العلم الذى سوف نتحدث عنه فى الفصل التالى) .

فالضوء ينتشر فى خط مستقيم ، وينعكس تبعا لقوانين هى فى ذاتها بسيطة إلى حد ما . وطالما اقتصر البحث على هذه المسائل ، كان من الممكن تصور علم « هندسى » للضوء يكون ملحقاً بعلم الهندسة ، وذلك لو أضفنا عدداً من المصادرات المكملة . ولكن عندما كشفت الظواهر المعقدة الغامضة التى يشتمل عليها علم الضوء « الطبيعى » وهى التى بدأت بالخصائص الضوئية العظيمة التعقيد للبلورات ، مثل بلور « سبات Spath » فى ايسلنده[1] ، ومنها إلى الانعطاف أو الزيغ diffraction[2] ، وإلى تلون الشرائح المعدنية الرقيقة بلون قوس قزح[3] الخ .

ومع ذلك ، يظل بين العلوم الرياضية والعلوم التجريبية علاقة مزدوجة :

١ — فالأولى هى المثل الأعلى للثانية ، التى تسعى إلى التشبه بها ، على نحو ما أمل ديكارت .

٢ — والأولى هى صورة الثانية ؛ فكل ما هو معقول فى المجال التجريبى ، له تركيب أو صورة رياضية .

١٢ — العلوم الرياضية وعلم الطبيعة الرياضى فرضية استنباطية :

يمكننا أن نعبر عن التشابه بين العلوم الرياضية وعلم الطبيعة الرياضى

---

(١) الفصل الخامس من كتاب Traité de lumière تأليف هيجنز Hygens (١٦٧٩) عنوانه : « الانعكاس الغريب لبلور ايسلنده » .

(٢) عرض هذه الصفه جزئياً لدى اليسوعى Grimaldi فى ١٦٦٣ فى كتابه : فى الضوء والألوان وقوس قزح

(٣) كشفه نيوتن فى كتابه « علم الضوء » (١٧٠٤)

بقولنا إن كلا منهما علوم « فرضية استنباطية » ، ونعنى بهذه الكلمة أن مناهجها المشتركة تنتقل من الفرض إلى نتائجه عن طريق الاستنباط ، ففى العلوم الرياضية تثبت النتيجة عندما يتم الاستنباط . وفى علم الطبيعة الرياضى يبدأ التحقق بعد أن يتم الاستنباط . ففى الأولى ينزل البرهان من الفرض إلى النتائج ، وفى الثانية يصعد من النتائج إلى الفرض .

مراجع

القسم الثانى ا — فى علم الفلك

— N. Poincaré Le valeur de La science, Chars . VI.

بوانكاريه : قيمة العلم

بيرهومبير : الكتاب المشار إليه من قبل

— Pierre Humbert, Livre citè.

جينز : النجوم فى مساراتها

— Jeans : Les étoiles dans leur course (Hermann).

ب — فى تاريخ علم الطبيعة

— Volkringer : Ses étapes de la physique (Gauthier - Villars)

فولكرنجر : مراحل علم الطبيعة

حـ — فى الكيمياء عند لافوازييه

Berthelot : La révolution chimique . Lavoisier (B. Bible scientif. intern. Alean).

برتلو : الانقلاب الكيميائى : لافوازييه

ء — فى الطبيعة الفلكية ، كتب مبسطة

— Couderc ; Univers 1937 (Editions nationalistes).

كودرك : الكون ١٩٣٧

— Pierre Rousseau : Exploration du ciel

بيير روسو : اكتشاف السماء ـ علم الفلك بدون منظار مكبر ـ المريخ

وللمؤلف بروها Bruhet كتب أخرى أكثر تخصصا من هذه ، هى :

الشمس ـ النجوم

هـ — فى الطبيعة الذرية

Marcel Boll : Les deux infinis (Larousse) et Pierre Rousseau de L'atome à l'étoile (Presses universitaire)

مارسل بول : اللامتناهيان ـ وبيير روسو : من الذرة إلى النجم

القسم الثالث : عن بيكن

لالاند : قراءات فى فلسفة العلوم "Lectures" de La lande

مختارات (باللاتينية) قدم لها mauxion (مكتبة Delagrave)

القسم الرابع : أمثلة فنية عديدة فى القراءات العلمية (علم طبيعة وكيمياء) لمؤلفه جيل جى (هاشت) وقد نفد هذا الكتاب للأسف ، ولكن يمكن العثور عليه . كتاب هيجنس Huygens .

أعيد طبع كتاب Huygens وعنـــوانه Traité de la lumière فى مجموعة : أقطاب الفكر العلمى

Les maîtres de la pensée scientifique (Gauthiers - Villars)

الفهرس



الثمن ٢٧,٥ ص